SIEMENS

SINUMERIK

SINUMERIK 808D
Fresagem Parte 2: Programação (Instruções da Siemens)

Manual de programação e de utilização

Válido para: SINUMERIK 808D fresagem (versão de software: V4.4.2)

Grupo-alvo: Usuários finais e engenheiros de serviço

12/2012
6FC5398-4DP10-0KA0

Informações jurídicas

Conceito de aviso

Este manual contém instruções que devem ser observadas para sua própria segurança e também para evitar danos materiais. As instruções que servem para sua própria segurança são sinalizadas por um símbolo de alerta, as instruções que se referem apenas à danos materiais não são acompanhadas deste símbolo de alerta. Dependendo do nível de perigo, as advertências são apresentadas como segue, em ordem decrescente de gravidade.

⚠PERIGO
significa que **haverá** caso de morte ou lesões graves, caso as medidas de segurança correspondentes não forem tomadas.

⚠AVISO
significa que **poderá haver** caso de morte ou lesões graves, caso as medidas de segurança correspondentes não forem tomadas.

⚠CUIDADO
indica um perigo iminente que pode resultar em lesões leves, caso as medidas de segurança correspondentes não forem tomadas.

ATENÇÃO
significa que podem ocorrer danos materiais, caso as medidas de segurança correspondentes não forem tomadas.

Ao aparecerem vários níveis de perigo, sempre será utilizada a advertência de nível mais alto de gravidade. Quando é apresentada uma advertência acompanhada de um símbolo de alerta relativamente a danos pessoais, esta mesma também pode vir adicionada de uma advertência relativa a danos materiais.

Pessoal qualificado

O produto/sistema, ao qual esta documentação se refere, só pode ser manuseado por **pessoal qualificado** para a respectiva definição de tarefas e respeitando a documentação correspondente a esta definição de tarefas, em especial as indicações de segurança e avisos apresentados. Graças à sua formação e experiência, o pessoal qualificado é capaz de reconhecer os riscos do manuseamento destes produtos/sistemas e de evitar possíveis perigos.

Utilização dos produtos Siemens em conformidade com as especificações

Tenha atenção ao seguinte:

⚠AVISO
Os produtos da Siemens só podem ser utilizados para as aplicações especificadas no catálogo e na respetiva documentação técnica. Se forem utilizados produtos e componentes de outros fornecedores, estes têm de ser recomendados ou autorizados pela Siemens. Para garantir um funcionamento em segurança e correto dos produtos é essencial proceder corretamente ao transporte, armazenamento, posicionamento, instalação, montagem, colocação em funcionamento, operação e manutenção. Devem-se respeitar as condições ambiente autorizadas e observar as indicações nas respetivas documentações.

Marcas

Todas denominações marcadas pelo símbolo de propriedade autoral ® são marcas registradas da Siemens AG. As demais denominações nesta publicação podem ser marcas em que os direitos de proprietário podem ser violados, quando usadas em próprio benefício, por terceiros.

Exclusão de responsabilidade

Nós revisamos o conteúdo desta documentação quanto a sua coerência com o hardware e o software descritos. Mesmo assim ainda podem existir diferenças e nós não podemos garantir a total conformidade. As informações contidas neste documento são revisadas regularmente e as correções necessárias estarão presentes na próxima edição.

Siemens AG
Industry Sector
Postfach 48 48
90026 NÜRNBERG
ALEMANHA

N.º de encomenda de documento: 6FC5398-4DP10-0KA0
Ⓟ 12/2012 Sujeito a modificações sem aviso prévio

Índice remissivo

Princípios de programação 1

1.1 Fundamentos da programação

1.1.1 Nomes de programas

Cada programa deve ter um nome de programa. O nome de programa deve obedecer às convenções abaixo:

- Utilize no máximo 24 letras ou 12 caracteres chineses para nomear um programa (excluindo o comprimento do caractere da extensão do arquivo)
- Separe a extensão do arquivo apenas com um ponto decimal
- Caso o tipo de programa padrão atual seja MPF (principal programa) e você deseja criar um subprograma, insira a extensão ".SPF"
- Caso o tipo de programa padrão atual seja SPF (principal programa) e você deseja criar um subprograma, insira a extensão ".MPF"
- Não insira a extensão do arquivo caso deseje assumir o tipo de programa padrão atual
- Evite utilizar caracteres especiais para nomes de programas.

Exemplo

WORKPIECE527

1.1.2 Estrutura do programa

Estrutura e conteúdo

O programa NC consiste de uma sequência de **blocos** (ver tabela abaixo). Cada bloco representa uma etapa da usinagem. As instruções são gravadas nos blocos na forma de **palavras**. O último bloco na sequência de execução contém uma palavra especial para o fim do programa, por exemplo, **M2**.

A tabela abaixo mostra um exemplo de estrutura de programa do NC.

Bloco	Palavra	Palavra	Palavra	...	; Comentário
Bloco	N10	G0	X20	...	; Primeiro bloco
Bloco	N20	G2	Z37	...	; Segundo bloco
Bloco	N30	G91	...	...	; ...
Bloco	N40	...	...	...	
Bloco	N50	M2			; Fim do programa

1.1.3 Estrutura e endereço da palavra

Funcionalidade/estrutura

Palavra é um elemento do bloco e constitui principalmente um elemento de controle. A palavra consiste das duas partes abaixo:

- **Caracteres de endereço**: geralmente uma letra
- **Valores numéricos**: uma sequência de dígitos que, com determinados endereços, pode ser adicionada por um sinal colocado na frente do endereço e por um ponto decimal.

  Um sinal positivo (+) poderá ser omitido.

A figura abaixo mostra um exemplo da estrutura da palavra.

Vários caracteres de endereço

Uma palavra pode conter também várias letras de endereço. Porém, nesse caso, o valor numérico deve ser atribuído por meio do caractere intermediário "=".
Exemplo: **CR=5,23**

Adicionalmente, também é possível chamar funções G usando um nome simbólico (Para maiores informações, consulte a seção "Lista de instruções (Página 12)".).
Exemplo: **SCALE** ; habilita o fator de escala

Endereços estendidos

Com os seguintes endereços, o endereço é estendido em 1 ou 4 dígitos para que se obtenha um número mais alto de endereços. Nesse caso, o valor deve ser atribuído com o uso de um sinal de igual "=".

R	Parâmetros aritméticos
H	Função H
I, J, K	Interpolação de parâmetros/ponto intermediário
M	A função especial M, que afeta o fuso com outras opções
S	Velocidade do fuso

Exemplos: **R10=6,234 H5=12,1 I1=32,67 M2=5 S1=400**

1.1.4 Conjunto de caracteres

São usados os seguintes caracteres para a programação. Eles são interpretados de cordo com as definições pertinentes.

Letras, dígitos

A, B, C, D, E, F, G, H, I, J, K, L, M, N,O, P, Q, R, S, T, U, V, W X, Y, Z
0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9
Nenhuma distinção é feita entre letras em caixa baixa e caixa alta.

Caracteres especiais imprimíveis

(	Abrir parênteses	"	Aspas
)	Fechar parênteses	_	Sublinhado (pertence a letras)
[	Abrir colchete	.	Ponto decimal
]	Fechar colchete	,	Vírgula, separador
<	menor que	;	Início do comentário
>	maior que	%	Reservado; não usar
:	Bloco principal, fim do rótulo	&	Reservado; não usar
=	Atribuição, parte de equação	'	Reservado; não usar
/	salto	$	Identificadores das variáveis do sistema
*	Multiplicação	?	Reservado; não usar
+	Adição e sinal positivo	!	Reservado; não usar
-	Subtração, sinal de menos		

Caracteres especiais não imprimíveis

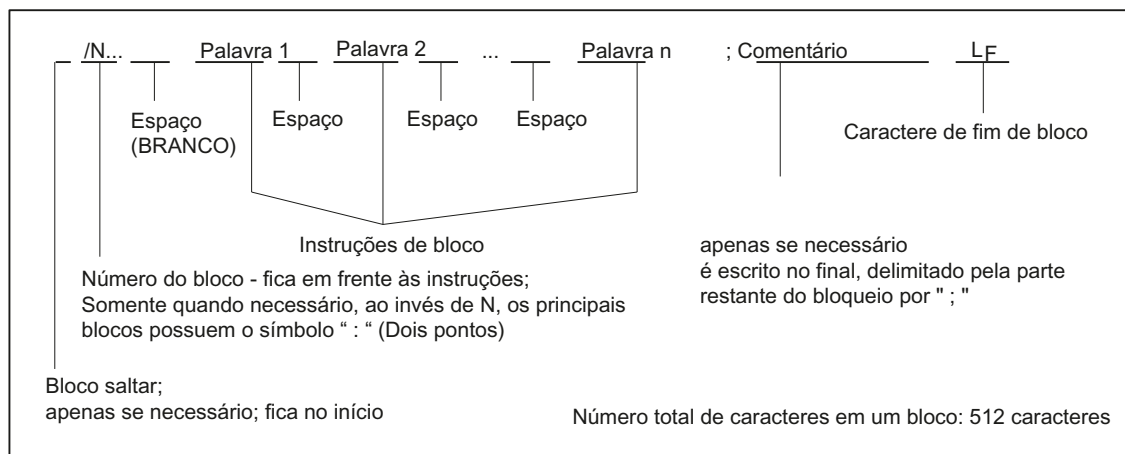
L_F	Caractere de fim de bloco
Espaço em branco	Separador entre palavras; espaço em branco
Caractere de tabulação	Reservado; não usar

1.1.5 Formato do bloco

Funcionalidade

Um bloco deve conter todos os dados necessários para a execução de uma etapa da usinagem.

Em geral, um bloco consiste de várias **palavras** e é sempre complementado com o **caractere de fim de bloco " L_F "** (Avanço de linha). Quando estiver escrevendo um bloco, este caractere é gerado automaticamente ao pressionar a tecla avanço de linha em um teclado conectado externamente ou ao pressionar a tecla a seguir na PPU:

Veja o diagrama da estrutura de bloco a seguir:

Ordem das palavras

Caso existam diversas instruções em um bloco, recomendamos a seguinte ordem:
N... G... X... Z... F... S... T... D... M... H...

Nota a respeito dos números de bloco

Em primeiro lugar, selecione os números de bloco em etapas de 5 ou 10. Assim, mais tarde você poderá inserir blocos e, mesmo assim, observar a ordem crescente dos números de bloco.

Bloco saltar;

Os blocos de um programa que não tiverem de ser executados com cada execução de programa poderão ser **marcados** por uma barra **/** na frente do número do bloco.
O bloco saltar propriamente dito é ativado por meio da **Operação** (controle do programa: "SKP") ou pelo controlador programável (sinal). Uma seção pode ser pulada por vários blocos em sequência com o uso de " / ".
. Se um bloco precisar ser pulado durante a execução do programa, todos os blocos de programa marcados com " / " não serão executados. Todas as instruções contidas nos blocos de interesse não serão consideradas. O programa continuará com o próximo bloco sem marcação.

Comentário, observação

As instruções contidas nos blocos de um programa poderão ser explicadas com o uso de comentários (observações). Um comentário sempre começa com ponto e vírgula " ; " e termina com fim de bloco.
Os comentários são exibidos junto com o conteúdo do bloco restante na exibição do bloco autal.

Mensagens

As mensagens são programadas em um bloco separado. Uma mensagem é exibida em um campo especial e permanece ativa até que um bloco com uma nova mensagem seja executado ou até que o final do programa seja atingido. Poderão ser exibidos até **65** caracteres nos textos de mensagens.
Uma mensagem sem texto de mensagem cancela uma mensagem anterior.
MSG ("ESTA É A MENSAGEM DE TEXTO")

Exemplo de programação

```
N10                                  ; Empresa G&S, pedido n° 12A71
N20                                  ; Peça 17 da bomba, desenho n°.: 123 677
N30                                  ; Programa criado por H. Adam, Depto. TV
                                     4
N40 MSG ("DESENHO N°: 123677")
:50 G54 F4.7 S220 D2 M3              ;Bloco principal
N60 G0 G90 X100 Z200
N70 G1 Z185.6
N80 X112
/N90 X118 Z180                       ; O bloco pode ser suprimido
N100 X118 Z120
N110 G0 G90 X200
N120 M2                              ; Fim do programa
```

1.1.6 Lista de instruções

As funções marcadas com um asterisco (*) são ativadas no início do programa na variante de fresagem do CNC a menos que seja programado o contrário ou que o fabricante da máquina tenha preservado as configurações-padrão para a tecnologia de "fresagem".

Endereço	Significado	Atribuições de valor	Informações	Programação
D	Número do corretor da ferramenta	0 ... 9, somente inteiro, sem sinal	Contém dados de compensação para uma ferramenta T em especial... ; D0->valores de compensação= 0, máx. 9 números D para uma ferramenta	D...
F	Taxa de avanço	0.001 ... 99 999.999	Velocidade de percurso de uma ferramenta/objeto a usinar; unidade: mm/min ou mm/giro, dependendo do modelo (G94 ou G95)	F...
F	Tempo de espera (no bloco com G4)	0.001 ... 99 999.999	Tempo de contato em segundos	G4 F...; bloco separado
G	Função G (função preparatória)	Somente inteiros, valores especificados	As funções G são divididas em grupos G. Apenas uma função G de um grupo pode ser escrita para um bloco. Uma função G pode ser modal (até ser cancelada por outra função do mesmo grupo) ou não modal (apenas efetiva para o bloco em que foi gravada).	G... ou nome simbólico, por exemplo: CIP
Grupo G:				
G0	Interpolação linear em avanço transversal rápido		1: Comandos de movimento (tipo de interpolação), ativa modalmente	G0 X... Y... Z... ; cartesiano em coordenadas polares G0 AP=... RP=... ou com eixos adicionais: G0 AP=... RP=... Z... ; p.ex.: com G17 eixo Z
G1 *	Interpolação linear na taxa de avanço			G1 X... Y... Z... F... em coordenadas polares: G1 AP=... RP=... F... ou com eixo adicional: G1 AP=... RP=... Z... F... ; p.ex.: com G17 eixo Z

Endereço	Significado	Atribuições de valor	Informações	Programação
G2	Interpolação circular no sentido horário (junto com um terceiro eixo e TURN=... também interpolação helicoidal -> veja TURN)			G2 X... Y... I... J... F... ; Pontos centrais e finais G2 X... Y... CR=... F... ; Raio e ponto final G2 AR=... I... J... F... ; Ângulo de aperto e ponto central G2 AR=... X... Y... F... ; Ângulo de aperto e ponto final em coordenadas polares: G2 AP=... RP=... F... ou com eixo adicional: G2 AP=... RP=... Z... F... ; p.ex.: com G17 eixo Z
G3	Interpolação circular no sentido anti-horário (junto com um terceiro eixo e TURN=... também interpolação helicoidal -> veja TURN)			G3 ...; caso contrário, como para G2
CIP	Interpolação circular através do ponto intermediário			CIP X... Y... Z... I1=... J1=... K1=... F...
CT	Interpolação circular; transição tangencial			N10 ... N20 CT X... Y... F... ;círculo, transição tangencial para o segmento da trajetória anterior
G33	Abertura de rosca interna com passo constante			S... M... ;velocidade do fuso, direção G33 Z... K...; Perfuração de rosca **com** mandril de compensação, p.ex. no eixo Z
G331	Interpolação de roscas			N10 SPOS=... ; Fuso em controle de posição N20 G331 Z... K... S... ; abertura de rosca interna **sem** mandril de compensação, p. ex. no eixo Z; rosca RH ou LH é definida através do sinal do passo (p.ex. K+): + : como com M3 - : como com M4
G332	Interpolação de roscas - retração			G332 Z... K... ;**abertura de rosca interna rígida**, p.ex. no eixo Z, **movimento de retração**; sinal do passo como para G331
G4	Tempo de espera		2: Movimentos especiais, não modais	G4 F...;bloco separado, F: Tempo em segundo ou G4 S.... ;bloco separado, S: em rotações do fuso
G63	Abertura de rosca interna com mandril de compensação			G63 Z... F... S... M...

Endereço	Significado	Atribuições de valor	Informações	Programação
G74	Aproximação do ponto de referência			G74 X1=0 Y1=0 Z1=0 ; bloco separado,(identificador do eixo da máquina!)
G75	Aproximação do ponto fixo			G75 X1=0 Y1=0 Z1=0 ; bloco separado, (identificador do eixo da máquina!)
G147	SAR - Aproximar com uma linha reta			G147 G41 DISR=... DISCL=... FAD=... F... X... Y... Z...
G148	SAR - Retrair com uma linha reta			G148 G40 DISR=... DISCL=... FAD=... F... X... Y... Z...
G247	SAR - Aproximar com um quadrante			G247 G41 DISR=... DISCL=... FAD=... F... X... Y... Z...
G248	SAR - Retrair com um quadrante			G248 G40 DISR=... DISCL=... FAD=... F... X... Y... Z...
G347	SAR - Aproximar com um semicírculo			G347 G41 DISR=... DISCL=... FAD=... F... X... Y... Z...
G348	SAR - Retrair com um semicírculo			G348 G40 DISR=... DISCL=... FAD=... F... X... Y... Z...
TRANS	Translação, programável		3: Escreve na memória, não modal	TRANS X... Y... Z...; bloco separado
ROT	Rotação, programável			ROT RPL=... ; rotação no plano atual G17 a G19, bloco separado
SCALE	Fator de escala programável			SCALE X... Y... Z... ; fator de escala na direção do eixo específico, bloco separado
MIRROR	Espelhamento programável			MIRROR X0 ; eixo coordenado cuja direção é alterada, bloco separado
ATRANS	Translação aditiva, programação			ATRANS X... Y... Z...; bloco separado
AROT	Rotação programável aditiva			AROT RPL=... ; rotação no plano atual G17 a G19, bloco separado
ASCALE	Fator de escala programável aditivo			ASCALE X... Y... Z... ; fator de escala na direção do eixo específico, bloco separado
AMIRROR	Espelhamento programável aditivo			AMIRROR X0 ; eixo coordenado cuja direção é alterada, bloco separado
G110	Especificação de polo relativa à última posição de ponto de ajuste programada			G110 X... Y... ; Especificação de polo, cartesiana, p.ex.: para G17 G110 RP=... AP=... ; Especificação de polo, polar, bloco separado

Endereço	Significado	Atribuições de valor	Informações	Programação
G111	Especificação de polo relativa à origem do sistema de coordenadas da peça de trabalho atual			G111 X... Y... ; Especificação de polo, cartesiana, p.ex.: para G17 G111 RP=... AP=... ; Especificação de polo, polar, bloco separado
G112	Especificação de polo, relativa ao último POLE válido			G112 X... Y... ; Especificação de polo, cartesiana, p.ex.: para G17 G112 RP=... AP=... ; Especificação de polo, polar, bloco separado
G17 *	Plano X/Y		6: Seleção de plano, ativa modalmente	G17 .... ; Eixo vertical neste plano é o comprimento da ferramenta
G18	plano Z/X			
G19	Plano Y/Z			Eixo de compensação
G40 *	Compensação do raio da ferramenta desativado		7: Compensação do raio da ferramenta, ativa modalmente	
G41	Compensação do raio da ferramenta à esquerda do contorno			
G42	Compensação do raio da ferramenta à direita do contorno			
G500 *	Deslocamento de origem ajustável OFF		8: Compensação ajustável do trabalho, ativa modalmente	
G54	1. Ajustes de deslocamento de origem			
G55	2. Compensação ajustável do trabalho			
G56	3. Compensação ajustável do trabalho			
G57	4. Compensação ajustável do trabalho			
G58	5. Compensação ajustável do trabalho			
G59	6. Compensação ajustável do trabalho			
G53	Salto não modal do deslocamento de origem ajustável		9: Supressão da compensação ajustável do trabalho, não modal	
G153	Salto não modal do deslocamento de origem ajustável que inclui a estrutura da base			
G60 *	Parada exata		10: Comportamento de aproximação, ativa modalmente	
G64	Modo de trajetória contínua			
G62	Desaceleração do canto nos cantos internos quando o deslocamento do raio da ferramenta estiver ativo (G41, G42)		Somente em conjunto com o modo de trajetória contínua	G62 Z...G1
G9	Parada exata não modal		11: Parada exata, não modal	
G601 *	Janela de parada exata, fina, com G60, G9		12: Janela de parada exata, modalmente efetiva	
G602	Janela de parada exata, grossa, com G60, G9			

Endereço	Significado	Atribuições de valor	Informações	Programação
G621	Desaceleração de canto em todos os cantos		Somente em conjunto com o modo de trajetória contínua.	G621 AIDS=...
G70	Inserção de dados de dimensão em polegadas		13: Entrada de dimensão polegadas/métrico, modalmente efetiva	
G71 *	Inserção de dados das dimensões em unidades métricas			
G700	Dados das dimensões em polegadas; também para taxa de avanço F			
G710	Dados das dimensões em unidades métricas; também para taxa de avanço F			
G90 *	Inserção de dados das dimensões absolutas		14: Dimensão absoluta / incremental, modalmente efetiva	
G91	Inserção de dados de dimensão incremental			
G94 *	Avanço em mm/min		15: Ultrapassagem do avanço, ativa modalmente	
G95	Taxa de avanço F em giros de mm/fuso			
CFC *	Override de velocidade de avanço ativado (ON)		16: Ultrapassagem do avanço, ativa modalmente	
CFTCP	Override de velocidade de avanço desativado (OFF)			
G450 *	Círculo de transição		18: Comportamento nos cantos quando se trabalha com compensação do raio da ferramenta, ativa modalmente	
G451	Ponto de intersecção			
BRISK *	Aceleração de trajetória de jerk		21: Perfil de aceleração, ativa modalmente	
SOFT	Aceleração de trajetória de jerk limitado			
FFWOF *	Controle da ação antecipada desligado (OFF)		24: Controle antecipado, ativa modalmente	
FFWON	Controle da ação antecipada ligado (ON)			
EXTCALL	Executar subprograma externo			Recarregar programa da IHM no modo "Execução de fonte externa".
G340 *	Aproximação e retração no espaço (SAR)		44: Segmentação de trajetória com SAR, ativa modalmente	
G341	Aproximação e retração no plano (SAR)			
G290 *	Modo SIEMENS		47: Linguagens NC externas, ativa modalmente	
G291	Modo externo			
H H0= a H9999=	Função H	± 0.0000001 ... 9999 9999 (8 casas decimais) ou com especificação de um exponente: ± (10^{-300} ... 10^{+300})	Transferência de valor para o PLC; significando que foi definido pelo fabricante da máquina	H0=... H9999=... p.ex.: H7=23,456
I	Parâmetros de interpolação	±0.001 ... 99 999.999 Rosca: 0,001 ...2000.000	Pertence ao eixo X; significando dependente de G2, G3 -> centro de círculo ou G33, G331, G332 -> passo de rosca	Veja G2, G3, G33, G331 e G332

Endereço	Significado	Atribuições de valor	Informações	Programação
J	Parâmetros de interpolação	±0.001 ... 99 999.999 Rosca: 0,001 ...2000.000	Pertence ao eixo Y; de outra forma, como para I	Veja G2, G3, G33, G331 e G332
K	Parâmetros de interpolação	±0.001 ... 99 999.999 Rosca: 0,001 ...2000.000	Pertence ao eixo Z; caso contrário, como com I	Veja G2, G3, G33, G331 e G332
I1=	Ponto intermediário da interpolação circular	±0.001 ... 99 999.999	Pertence ao eixo X; especificação para interpolação circular com CIP	Ver CIP
J1=	Ponto intermediário da interpolação circular	±0.001 ... 99 999.999	Pertence ao eixo Y; especificação para interpolação circular com CIP	Ver CIP
K1=	Ponto intermediário da interpolação circular	±0.001 ... 99 999.999	Pertence ao eixo Z; especificação para interpolação circular com CIP	Ver CIP
L	Sub-rotina; nome e chamada	7 decimais; somente inteiro, sem sinal	Em vez de um nome livre, é possível também selecionar L1 ...L9999999; isto também chama a sub-rotina (UP) em um bloco separado. Observe: L0001 nem sempre é igual a L1. O nome "LL6" é reservado para a sub-rotina de troca de ferramenta.	L781; bloco separado
M	Função adicional	0 ... 99 somente inteiro, sem sinal	Por exemplo, para iniciar ações de ativação/desativação, tais como "Refrigerante LIGADO" , no máximo cinco funções M por bloco.	M...
M0	Parada programada		A usinagem é interrompida no final de um bloco que contenha M0; para continuar, pressione NC START.	
M1	Parada opcional		Como com M0, mas a parada só será executada se estiver presente um sinal especial (Controle do programa: "M01").	
M2	Fim do programa principal com retorno ao início do programa		Pode ser encontrado no último bloco da sequência de processamento	
M30	Fim do programa (como M2)		Pode ser encontrado no último bloco da sequência de processamento	
M17	Fim da sub-rotina		Pode ser encontrado no último bloco da sequência de processamento	

Endereço	Significado	Atribuições de valor	Informações	Programação
M3	Rotação do fuso no sentido horário			
M4	Rotação do fuso no sentido anti-horário			
M5	Parada do fuso			
M6	Troca de ferramenta		Apenas se for ativada com M6 por meio do painel de controle da máquina; caso contrário, mude diretamente usando o comando T	
M40	Mudança automática de gama			
M41 a M45	Estágio de engrenagem 1 a estágio de engrenagem 5			
M70, M19	-		Reservado; não usar	
M...	Funções M restantes		A funcionalidade não é definida pelo sistema de controle, podendo, portanto, ser usada livremente pelo fabricante da máquina	
N	Número de bloco - sub-bloco	0 ... 9999 9999 somente inteiro, sem sinal	Pode ser usado para identificar blocos com um número; é gravado no início de um bloco	N20 ...
:	Número de bloco de um bloco principal	0 ... 9999 9999 somente inteiro, sem sinal	Identificação especial de bloco, usada em vez de N... ; esse tipo de bloco deveria conter todas as instruções para um completo passo subsequente de usinagem.	:20 ...
P	Número de passagens da sub-rotina	1 ... 9999 somente inteiro, sem sinal	Será usado se uma sub-rotina for executada várias vezes e estiver contida no mesmo bloco da chamada	N10 L781 P... ; bloco separado N10 L871 P3 ; três ciclos
R0 a R299	Parâmetros aritméticos	± 0.0000001 ... 9999 9999 (8 casas decimais) ou com especificação de um exponente: ± (10^{-300} ... 10^{+300})		R1=7,9431 R2=4 com especificação de um expoente: R1=-1,9876EX9; R1=-1 987 600 000
	Funções aritméticas		Além das quatro funções aritméticas básicas com o uso dos operandos + - * /, há as seguintes funções aritméticas:	
SIN( )	Seno	Graus		R1=SIN(17,35)
COS()	Cosseno	Graus		R2=COS(R3)
TAN()	Tangente	Graus		R4=TAN(R5)
ASIN()	Arcosseno			R10=ASIN(0,35) ; R10: 20,487 graus
ACOS()	Arco cosseno			R20=ACOS(R2) ; R20: ... Graus

Endereço	Significado	Atribuições de valor	Informações	Programação
ATAN2(,)	Arctangent2		O ângulo do vetor da soma é calculado a partir de dois vetores posicionados verticalmente um sobre o outro. O segundo vetor especificado é sempre utilizado para referência do ângulo. Resultado na faixa: -180 a +180 graus	R40=ATAN2(30,5,80,1) ; R40: 20,8455 graus
SQRT()	Raiz quadrada			R6=SQRT(R7)
POT()	Quadrado			R12=POT(R13)
ABS()	Valor absoluto			R8=ABS(R9)
TRUNC()	Truncado até inteiro			R10=TRUNC(R11)
LN()	Logaritmo natural			R12=POT(R9)
EXP()	Função exponencial			R13=EXP(R1)
RET	Fim da sub-rotina		Utilizado em vez de M2 - para manter o modo de controle contínuo de trajetória	RET; bloco separado
S...	Velocidade do fuso	0.001 ... 99 999.999	Unidade de medição da velocidade do fuso em rpm	S...
S	Tempo de espera no bloco com G4	0.001 ... 99 999.999	Tempo de espera em giros do fuso	G4 F... ; bloco separado
T	Número da ferramenta	1 ... 32 000 somente inteiro, sem sinal	A troca de ferramenta pode ser realizada diretamente com uso do comando T ou somente com M6. Isto pode ser definido nos dados da máquina.	T...
X	Eixo	±0.001 ... 99 999.999	Dados posicionais	X...
Y	Eixo	±0.001 ... 99 999.999	Dados posicionais	Y...
Z	Eixo	±0.001 ... 99 999.999	Dados posicionais	Z...
AC	Coordenada absoluta	-	A dimensão pode ser especificada para o ponto final ou central de um determinado eixo, independentemente de G91.	N10 G91 X10 Z=AC(20) ;X - dimensão incremental, Z - dimensão absoluta
ACC[*eixo*]	Ativação manual da porcentagem da aceleração	1 ... 200, inteiro	Ativação manual da aceleração de um eixo ou fuso; especificada como porcentagem	N10 ACC[X]=80 ;para o eixo X 80% N20 ACC[S]=50;para o fuso: 50%

Endereço	Significado	Atribuições de valor	Informações	Programação
ACP	Coordenada absoluta; posição de aproximação na direção positiva (para eixo rotativo, fuso)	-	É possível também especificar as dimensões do ponto final de um eixo rotativo com ACP(...) independentemente de G90/G91; aplica-se também ao posicionamento do fuso	N10 A=ACP(45,3) ;posição de aproximação absoluta do eixo A na direção positiva N20 SPOS=ACP(33,1) ;posicionar fuso
ACN	Coordenada absoluta; posição de aproximação na direção negativa (para eixo rotativo, fuso)	-	É possível também especificar as dimensões do ponto final de um eixo rotativo com ACN(...) independentemente de G90/G91; aplica-se também ao posicionamento do fuso	N10 A=ACN(45,3) ;posição de aproximação absoluta do eixo A na direção negativa N20 SPOS=ACN(33,1) ;posicionar fuso
ANG	Ângulo para a especificação de uma linha reta para a definição do contorno	±0.00001 ... 359.99999	Especificado em graus; uma possibilidade de especificar uma linha reta ao usar G0 ou G1 se apenas uma coordenada de ponto final do plano for conhecida ou se o ponto final completo for conhecido com o contorno estendendo-se por vários blocos	N10 G1 G17 X... Y.... N11 X... **ANG=...** ou contorno por vários blocos: N10 G1 G17 X... Y.... N11 **ANG=...** N12 X... Y... **ANG=...**
AP	Ângulo polar	0 ... ±359.99999	Especificação em graus, movimento em coordenadas polares, definição do polo; além de: Raio polar RP	Veja G0, G1, G2; G3 G110, G111, G112
AR	Ângulo de abertura para interpolação circular	0.00001 ... 359.99999	Especificado em graus; uma possibilidade de definição do círculo quando se usa G2/G3	Ver G2, G3
CALL	Chamada do ciclo indireto	-	Forma especial de chamada do ciclo; sem transferência de parâmetro; o nome do ciclo é armazenado em uma variável; apenas para uso interno ao ciclo	N10 CALL VARNAME ; nome da variável
CHF	Chanfro; uso geral	0.001 ... 99 999.999	Inserir um chanfro do **comprimento de chanfro** especificado entre dois blocos de contorno	N10 X... Y.... CHF=... N11 X... Y...
CHR	Chanfro; na definição do contorno	0.001 ... 99 999.999	Inserir um chanfro do **comprimento de lado** especificado entre dois blocos de contorno	N10 X... Y.... CHR=... N11 X... Y...
CR	Raio da interpolação circular	0.010 ... 99 999.999 Sinal negativo - para seleção do ciclo: maior que um semicírculo	Uma possibilidade de definição de um círculo quando se usa G2/G3	Ver G2, G3

Endereço	Significado	Atribuições de valor	Informações	Programação
CYCLE... HOLES... POCKET... SLOT...	Ciclo de usinagem	Somente valores especificados	A chamada de ciclos de usinagem requer um bloco separado, devem ser atribuídos valores aos parâmetros de transferência fornecidos, chamadas de ciclos especiais são possíveis com MCALL ou CALL adicionais	
CYCLE81	Perfuração, centragem			N5 RTP=110 RFP=100 .... ; Atribuir valores N10 CYCLE81(RTP, RFP, ...); bloco separado
CYCLE82	Perfuração, escareamento			N5 RTP=110 RFP=100 .... ; Atribuir valores N10 CYCLE82(RTP, RFP, ...); bloco separado
CYCLE83	Perfuração de orifício profundo			N10 CYCLE83(110, 100, ...) ;ou transferir valores diretamente; bloco separado
CYCLE84	Abertura de rosca interna rígida			N10 CYCLE84(...) ; bloco separado
CYCLE840	Abertura de rosca interna com mandril de compensação			N10 CYCLE840(...) ;bloco separado
CYCLE85	Alargamento 1			N10 CYCLE85(...) ; bloco separado
CYCLE86	Broqueamento			N10 CYCLE86(...) ; bloco separado
CYCLE87	Perfuração com parada 1			N10 CYCLE87(...); bloco separado
CYCLE88	Perfuração com parada 2			N10 CYCLE88(...) ; bloco separado
CYCLE89	Alargamento 2			N10 CYCLE89(...); bloco separado
CYCLE802	Posições arbitrárias			N10 CYCLE802(...) ; bloco separado
HOLES1	Fila de furos			N10 HOLES1(...); bloco separado
HOLES2	Círculo de furos			N10 HOLES2(...); bloco separado
SLOT1	Abrir ranhura			N10 SLOT1(...); bloco separado
SLOT2	Abrir uma ranhura circunferencial			N10 SLOT2(...); bloco separado
POCKET3	Cavidade retangular			N10 POCKET3(...); bloco separado
POCKET4	Cavidade circular			N10 POCKET4(...); bloco separado

Endereço	Significado	Atribuições de valor	Informações	Programação
CYCLE71	Fresagem lateral			N10 CYCLE71(...); bloco separado
CYCLE72	Fresagem de contorno			N10 CYCLE72(...); bloco separado
CYCLE76	Fresagem de ressalto retangular			N10 CYCLE76(...) ; bloco separado
CYCLE77	Fresagem de ressalto circular			N10 CYCLE77(...) ; bloco separado
CYCLE90	Fresagem de rosca			N10 CYCLE90(...); bloco separado
LONGHOLE	Furo oblongo			N10 LONGHOLE(...); bloco separado
CYCLE832	Configurações de alta velocidade			N10 CYCLE832(...); bloco separado
DC	Coordenada absoluta; aproximar da posição diretamente (para eixo rotativo, fuso)	-	É possível também especificar as dimensões do ponto final de um eixo rotativo com DC(...) independentemente de G90/G91; aplica-se também ao posicionamento do fuso	N10 A=DC(45,3); Posição de aproximação absoluta do eixo A diretamente N20 SPOS=DC(33,1); Posicionar fuso
DEF	Instrução de definição		Definição de uma variável de usuário do tipo BOOL, CHAR, INT, REAL, STRING[n]; definir diretamente no início do programa	DEF INT VARI1=24, VARI2; duas variáveis do tipo INT; nome definido pelo usuário DEF STRING[12] VARS3="OLA" ; máx. 12 caracteres
DISCL	Distância de aproximação/retração do movimento de avanço para plano de usinagem (SAR)	-	Distância de segurança para mudar velocidade de movimento de avanço; observação: G340, G341	Veja G147, G148 , G247, G248 , G347, G348
DISR	Distância de aproximação/retração ou raio (SAR)	-	G147/G148: Distância da aresta de corte a partir do ponto de partida ou final do contorno G247, G347, G348, G248: Raio da trajetória do ponto central da ferramenta	Veja G147, G148 , G247, G248 , G347, G348
FAD	Velocidade para o avanço (SAR)	-	A velocidade produz efeito depois que a distância de segurança é atingida para o avanço; observação: G340, G341	Veja G147, G148 , G247, G248 , G347, G348
FRC	Taxa de avanço não modal para chanfro/arredondamento	0, >0	Quando FRC=0, a taxa de avanço F agirá	Para a unidade, ver F e G94, G95; para chanfro/arredondamento, ver CHF, CHR, RND

Endereço	Significado	Atribuições de valor	Informações	Programação
FRCM	Taxa de avanço modal para chanfro/arredondamento	0, >0	Quando FRCM=0, a taxa de avanço F agirá	Para a unidade, ver F e G94, G95; para arredondamento/arredondamento modal, veja RND, RNDM
GOTOB	Instrução GoBack	-	É executada uma operação GoTo até um bloco marcado por um rótulo; o destino do salto é na direção do início do programa.	N10 LABEL1: ... ... N100 GOTOB LABEL1
GOTOF	Instrução GoForward	-	É executada uma operação GoTo até um bloco marcado por um rótulo; o destino do salto é na direção do final do programa.	N10 GOTOF LABEL2 ... N130 LABEL2: ...
IC	Coordenada especificada com o uso de dimensões incrementais		A dimensão pode ser especificada para o ponto final ou central de um determinado eixo, independentemente de G90.	N10 G90 X10 Z=IC(20); Z - dimensão incremental, X - dimensão absoluta
IF	Condição de salto	-	Se a condição de salto for preenchida, o salto para o bloco com *Rótulo: é executado*; de outra forma, próxima instrução/bloco; diversas instruções IF por bloco são possíveis **Operadores relacionais:** = = igual, <> desigual, > maior que, < menor que, >= menor que ou igual a, <= menor que ou igual a	N10 IF R1>5 GOTOF LABEL3 ... N80 LABEL3: ...
MEAS	Medição com exclusão da distância a ir	+1 -1	=+1: Entrada de medição 1, borda ascendente =-1: Entrada de medição 1, borda descendente	N10 MEAS=-1 G1 X... Y... Z... F...
MEAW	Medição com exclusão da distância a ir	+1 -1	=+1: Entrada de medição 1, borda ascendente =-1: Entrada de medição 1, borda descendente	N10 MEAW=-1 G1 X... Y... Z... F...
$A_DBB[n] $A_DBW[n] $A_DBD[n] $A_DBR[n]	Byte de dados Palavra de dados Palavra dupla de dados Dados reais		Leitura e gravação de variáveis PLC	N10 $A_DBR[5]=16,3 ; Escrever variáveis reais; com posição de correção 5; (posição, tipo e significado combinados entre o NF e o PLC)
$AA_MM[*eixo*]	Resultado da medição para um eixo no sistema de coordenadas da máquina	-	*Eixo*: Identificador de um eixo (X, Y, Z ...) movimentando ao medir	N10 R1=$AA_MM[X]

Endereço	Significado	Atribuições de valor	Informações	Programação
$AA_MW[*axis*]	Resultado da medição para um eixo no sistema de coordenadas da peça	-	*Eixo*: Identificador da travessia de um eixo (X, Y, Z ...) quando se mede	N10 R2=$AA_MW[X]
$A..._..._TIME	Temporizador para tempo de execução: $AN_SETUP_TIME $AN_POWERON_TIME $AC_OPERATING_TIME $AC_CYCLE_TIME $AC_CUTTING_TIME	0.0 ... 10^{+300} mín. (valor somente leitura) min. (valor somente leitura) s s s	Variável do sistema: Tempo desde a última reinicialização do sistema de controle Tempo desde a última reinicialização normal do sistema de controle Tempo de execução total de todos os programas do CN Tempo de execução do programa do CN (apenas do programa selecionado Tempo de ação da ferramenta	N10 IF $AC_CYCLE_TIME==50,5 ....
$AC_..._PARTS	Contador de peças: $AC_TOTAL_PARTS $AC_REQUIRED_PARTS $AC_ACTUAL_PARTS $AC_SPECIAL_PARTS	0 ... 999 999 999, inteiro	Variável do sistema: Contagem real total Definir o número de objetos a usinar Contagem real atual Contagem de objetos a usinar - especificada pelo usuário	N10 IF $AC_ACTUAL_PARTS==15 ....
$AC_MEA[1]	Estado da tarefa de medição	-	Condição-padrão: 0: Condição-padrão, a sonda não mudou 1: Sensor trocado	N10 IF $AC_MEAS[1]==1 GOTOF .... ; Continuar o programa quando a sonda mudou...
$P_TOOLNO	Número da ferramenta ativa T	-	somente para leitura	N10 IF $P_TOOLNO==12 GOTOF ....
$P_TOOL	Número D ativo da ferramenta ativa	-	somente para leitura	N10 IF $P_TOOL==1 GOTOF ....
MCALL	Chamada de subprograma modal	-	A sub-rotina no bloco contendo MCALL é chamada automaticamente após cada bloco sucessivo contendo um movimento da trajetória. A chamada age até que a próxima MCALL seja chamada. Exemplo de aplicação: Realizar um padrão de furo	N10 MCALL CYCLE82(...); Bloco separado, ciclo de perfuração N20 HOLES1(...); Fileira de furos N30 MCALL; Bloco separado, chamada modal de CYCLE82(...) completa
MSG ()	Sinal	Máx. 65 caracteres	Texto de mensagem entre aspas	N10 MSG ("TEXTO DE MENSAGEM"); bloco separado ... N150 MSG() ; Apagar mensagem anterior

Endereço	Significado	Atribuições de valor	Informações	Programação
OFFN	Especificação das dimensões	-	Eficaz apenas com compensação do raio da ferramenta G41, G42 ativo	N10 OFFN=12,4
RND	Arredondamento	0.010 ... 99 999.999	Insere um arredondamento com o valor de raio especificado entre dois blocos de contorno, FRC especial= ... avanço possível	N10 X... Y.... RND=4,5 N11 X... Y...
RNDM	Arredondamento modal	0.010 ... 99 999.999 0	• Insere arredondamentos com o valor de raio especificado tangencialmente nos cantos seguintes do contorno; velocidade de avanço especial possível: FRCM= ... • ; Arredondamento modal DESLIGADO	N10 X... Y.... RNDM=.7.3; arredondamento modal LIGADO N11 X... Y... .... N100 RNDM=.0; arredondamento modal DESLIGADO
RP	Raio polar	0.001 ... 99 999.999	Movimento em coordenadas polares, especificação de polo; além de: Ângulo polar AP	Veja G0, G1, G2; G3 G110, G111, G112
RPL	Ângulo de rotação com ROT, AROT	±0.00001 ... 359.9999	Especificação em graus; ângulo de uma rotação programável no plano atual G17 a G19	Veja ROT, AROT
SET(, , ,) REP()	Definir valores dos campos variáveis		SET: Valores variados, do elemento especificado até: de acordo com o número de valores REP: o mesmo valor, do elemento especificado até o final do campo	DEF REAL VAR2[12]=REP(4,5) ; valor de todos os elementos 4,5 N10 R10=SET(1,1, 2,3, 4,4) ; R10=1,1, R11=2,3, R4=4,4
SF	Ponto de partida da rosca quando se usa G33	0.001 ... 359.999	Especificado em graus; o ponto de partida da rosca com G33 será corrigido pelo valor especificado (não aplicável para abertura de rosca interna)	Ver G33
SPI(n)	Converte o número do fuso no identificador do eixo		n =1, identificador do eixo: por exemplo, "SP1" ou "C"	
SPOS	Posição do fuso	0.0000 ... 359.9999 com especificação incremental (IC): ±0.001 ... 99 999.999	Especificado em graus; o fuso para na posição especificada (para isto, o fuso deve oferecer os pré-requisitos técnicos apropriados: controle de posição	N10 SPOS=.... N10 SPOS=ACP(...) N10 SPOS=ACN(...) N10 SPOS=IC(...) N10 SPOS=DC(...)

Endereço	Significado	Atribuições de valor	Informações	Programação
STOPFIFO	Interrompe a etapa de usinagem rápida	-	Função especial; enchimento da memória intermediária até ser detectado STARTFIFO, "Buffer memory full" (memória intermediária cheia) ou "End of program" (fim do programa).	STOPFIFO; bloco separado, início do preenchimento N10 X... N20 X...
STARTFIFO	Início da etapa de usinagem rápida	-	Função especial; a memória intermediária é preenchida ao mesmo tempo.	N30 X... STARTFIFO ;bloco separado, fim do preenchimento
STOPRE	Parada do pré-processamento	-	Função especial; o próximo bloco só será decodificado se o bloco antes de STOPRE for concluído.	STOPRE ; bloco separado
TURN	Número de passes circulares adicionais com interpolação helicoidal	0 ... 999	Junto com interpolação circular G2/G3 em um plano G17 a G19 e movimento de avanço do eixo vertical a esse plano	N10 G0 G17 X20 Y5 Z3 N20 G1 Z-5 F50 N30 G3 X20 Y5 Z-20 I0 J7.5 **TURN=2**; total de três círculos completos

1.2 Dados posicionais

1.2.1 Dimensões da programação

Nesta seção, você encontrará descrições dos comandos com os quais poderá programar diretamente as dimensões obtidas de um desenho. Isto tem a vantagem de não ser preciso fazer cálculos extensos para a programação do NC.

Indicação

Os comandos descritos nesta seção são encontrados na maioria dos casos no início de um programa. A forma na qual essas funções são combinadas não tem intenção de ser uma solução óbvia. Por exemplo, a opção de plano de trabalho pode ser feita em outro ponto do programa NC. A finalidade real desta e das seções seguintes é ilustrar a estrutura convencional de um programa NC.

Visão geral das dimensões típicas

A base da maior parte dos programas NC é um desenho com dimensões reais.

Quando da implementação de um programa NC, é útil inserir exatamente as dimensões do desenho de um objeto a usinar no programa de usinagem. Estas podem ser:

- Dimensão absoluta, G90 eficaz de maneira modal aplica-se a todos os eixos no bloco, até a revogação pelo G91 em um bloco seguinte.
- Dimensão absoluta, X=AC(valor) aplica-se apenas este valor ao eixo determinado e não é influenciado por G90/G91. Isto é possível para todos os eixos e também para posicionamentos do fuso SPOS, SPOSA e parâmetros de interpolação I, J, K.
- Dimensão absoluta, X=a posição pela rota mais curta, aplica-se apenas este valor ao eixo determinado e não é influenciado por G90/G91. Isto também é possível para posicionamentos de fuso SPOS, SPOSA.
- Dimensão absoluta, X=ACP(valor) aproximação da posição na direção positiva, somente este valor é definido para o eixo rotativo, cuja faixa é definida como 0... < 360 graus nos dados da máquina.
- Dimensão absoluta, X=ACN(valor) aproximação da posição na direção negativa, somente este valor é definido para o eixo rotativo, cuja faixa é definida como 0... < 360 graus nos dados da máquina.
- Dimensão incremental, G91 modalmente eficaz aplica-se a todos os eixos no bloco, até ela ser revogada por G90 em um bloco seguinte.
- Dimensão incremental, X=IC(valor) apenas este valor aplica-se exclusivamente ao eixo especificado e não é influenciado por G90/G91. Isto é possível para todos os eixos e também para posicionamentos do fuso SPOS, SPOSA e parâmetros de interpolação I, J, K.
- Dimensão em polegadas, G70 aplica-se a todos os eixos lineares no bloco, até ser revogado por G71 em um bloco seguinte.

- Dimensão métrica, G71 aplica-se a todos os eixos lineares no bloco, até ser revogado por G70 em um bloco seguinte.
- Dimensão em polegadas como para G70, mas aplica-se também aos dados de ajuste da taxa de avanço e ao comprimento.
- Dimensão métrica como para G71, mas aplica-se também aos dados de ajuste da taxa de avanço e ao comprimento.
- Programação do diâmetro, DIAMON ativado
- Programação do diâmetro, DIAMON desativado

Programação do diâmetro, DIAM90 para avanço transversal de blocos com G90. Programação do raio para avanço transversal de blocos com G91.

1.2.2 Seleção de plano: G17 a G19

Funcionalidade

Para atribuir, por exemplo, **compensações de raio da ferramenta e comprimento da ferramenta**, um plano com dois eixos é selecionado dentre os três eixos X, Y e Z. Nesse plano, pode-se ativar uma compensação do raio da ferramenta.

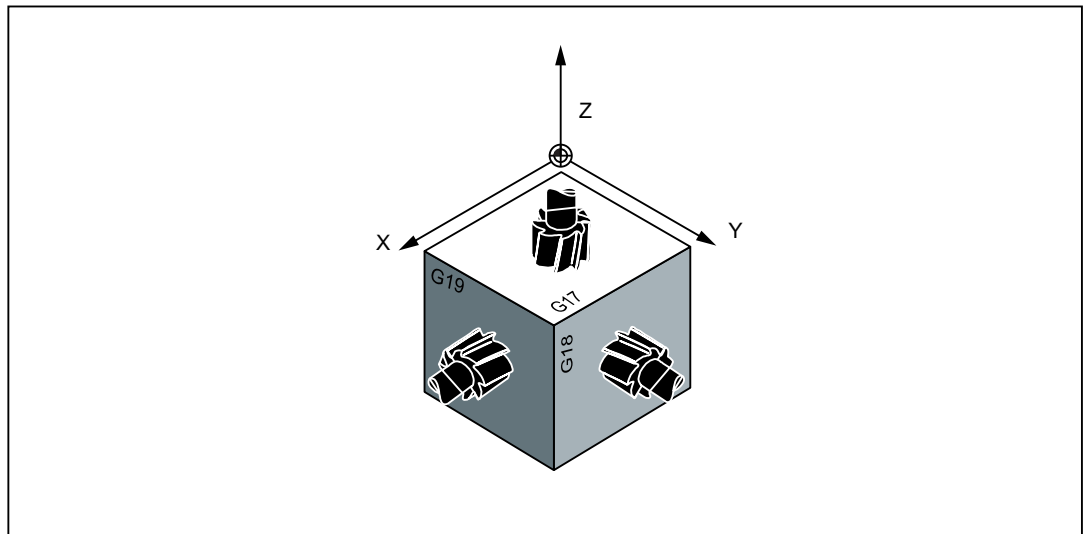
Para broca e fresa, a compensação de comprimento (comprimento1) é atribuída ao eixo vertical no plano selecionado. Também é possível usar uma compensação de comprimento tridimensional para casos especiais.

Outra influência da seleção de plano é descrita com as funções apropriadas (por exemplo, Seção "Suporte para a programação da definição de contorno").

Os planos individuais também são utilizados para definir a direção de rotação do círculo para a interpolação circular horário ou anti-horário. No plano em que o círculo é atravessado, a abscissa e a ordenada são designadas e, consequentemente, também a direção de rotação do círculo. Círculos também podem ser atravessados em outro plano que não o plano atualmente ativo G17 a G19 (Para mais informações, consulte a seção"Movimentos do eixo (Página 43)".).

O plano e as atribuições de eixo seguintes são possíveis:

Função G	Plano (abscissa/ordenada)	Eixo vertical no plano (compensação de comprimento ao furar/fresar)
G17	X/Y	Z
G18	Z/X	Y
G19	Y/Z	X

Veja a seguinte ilustração para planos e eixos durante perfuração/fresagem:

Exemplo de programação

```
N10 G17 T... D... M...     ; X/Y plano selecionado
N20 ... X... Y... Z...     ; compensação do comprimento da ferramenta (comprimento1)
                           no eixo Z
```

1.2.3 Dimensionamento absoluto / incremental G90, G91, AC, IC

Funcionalidade

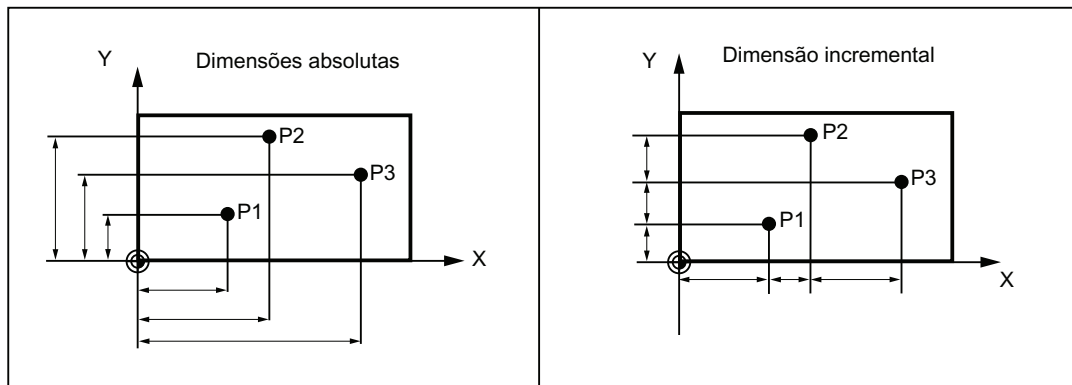
Com as instruções G90/G91, os dados posicionais escritos X, Y, Z, ... são avaliados como um ponto coordenado (G90) ou como uma posição de eixo à qual movimentar (G91). G90/G91 aplicam-se a todos os eixos.

Independente de G90/G91, certos dados posicionais podem ser especificados para certos blocos em dimensões absolutas/incrementais usando AC/IC.

Estas instruções **não determinam a trajetória** pela qual os pontos finais são atingidos; isto é proporcionado por um grupo G (G0, G1, G2 e G3Movimentos do eixo (Página 43)....Para mais informações, consulte a seção " ".).

Programação

G90	;Dados das dimensões absolutas
G91	;Dados da dimensão incremental
X=AC(...)	; Dimensionamento absoluto de um determinado eixo (aqui: eixo X), não modal
X=IC(...)	; Dimensionamento incremental de um determinado eixo (aqui: eixo X), não modal

Veja a ilustração a seguir para diferentes tipos de dimensionamento no desenho:

Dimensionamento absoluto G90

Com o dimensionamento absoluto, os dados de dimensionamento referem-se ao **zero do sistema de coordenadas atualmente ativo** (objeto a usinar ou sistema de coordenadas do objeto a usinar atual ou sistema de coordenadas da máquina). Isto depende de quais deslocamentos estão atualmente ativos: programável, ajustável ou nenhum deslocamento.

Ao ser iniciado o programa, o G90 fica ativo para **todos os eixos** e permanece ativo até ser cancelada sua seleção em um bloco subsequente por G91 (dados de dimensionamento incremental) (modalmente ativos).

Dimensionamento incremental G91

Com o dimensionamento incremental, o valor numérico das informações sobre a trajetória corresponde ao valor numérico da **trajetória do eixo a ser atravessado**. O sinal de orientação indica a **direção do avanço transversal**.

G91 aplica-se a todos os eixos e pode ser desabilitada em um bloco subsequente por meio de G90 (dimensionamento absoluto).

Especificação com =AC(...), =IC(...)

Após a coordenada do ponto final, grave um sinal de igual. O valor deve ser especificado entre parêntesis.

Dimensões absolutas também são possíveis para pontos centrais circulares usando =AC(...). Caso contrário, o ponto de referência do centro do círculo será o ponto inicial do círculo.

Exemplo de programação

```
N10 G90 X20 Z90          ; Dimensões absolutas
N20 X75 Z=IC(-32)        ; As dimensões de X permanecem absolutas, dimensão
                         incremental de Z
N180 G91 X40 Z20         ; Mudança para dimensionamento incremental
N190 X-12 Z=AC(17)       ; O dimensionamento incremental permanece X, Z-absoluto
```

1.2.4 Dimensões em unidades métricas e polegadas: G71, G70, G710, G700

Funcionalidade

Se as dimensões do objeto a usinar que se desviarem das configurações do sistema de base do controle estiverem presentes (polegada ou mm), as dimensões poderão ser inseridas diretamente no programa. A conversão necessária para o sistema de base é executada pelo seguinte sistema de controle.

Programação

```
G70      ; Dimensões em polegadas
G71      ' Dimensões métricas
G700     ; Dimensões em polegadas, também para a taxa de avanço F
G710     ; Dimensões métricas, também para a taxa de avanço F
```

Exemplo de programação

```
N10 G70 X10 Z30          ; Dimensões em polegadas
N20 X40 Z50              ; G70 continua a agir
N80 G71 X19 Z17.3        ; dimensionamento métrico deste ponto em diante
```

Informações

Dependendo da **configuração-padrão** que você tiver escolhido, o sistema de controle interpreta todos os valores geométricos como dimensões métricas **ou** dimensões em polegadas. Corretores de ferramenta e deslocamentos de origens ajustáveis incluindo sua exibição também devem ser entendidos como valores geométricos; isso também se aplica à velocidade de avanço F em mm/min ou pol./min. A configuração-padrão pode ser ajustada por meio dos dados da máquina.

Todos os exemplos neste manual são baseados em uma **configuração-padrão no sistema métrico.**

G70 ou G71 avalia todos os parâmetros geométricos que referem-se diretamente à **peça de trabalho**, ou em polegadas ou em metros, por exemplo:

- Dados posicionais X, Y, Z, ... para G0,G1,G2,G3,G33, CIP, CT
- Parâmetros de interpolação I, J, K (também passo de rosca)
- Raio do círculo CR
- Deslocamento da obra **programável** (TRANS, ATRANS)
- Raio polar RP

Nenhum parâmetro geométrico restante que não for parâmetro direto do objeto a usinar, como taxas de avanço, deslocamentos de ferramentas e deslocamentos de obras **ajustáveis** é afetado por **G70/G71**.

G700/G710 no entanto, afeta também a taxa de avanço F (polegadas/min, polegadas por/giro ou mm/min, mm/giro).

1.2.5 Coordenadas polares, definição de polo: G110, G111, G112

Funcionalidade

Além da especificação comum em coordenadas cartesianas (X, Y, Z), os pontos de uma peça de trabalho podem ser especificados usando coordenadas polares.

Coordenadas polares também são úteis se uma peça de trabalho ou uma parte dela for dimensionada a partir de um ponto central (polo) com especificação do raio e do ângulo.

Plano

As coordenadas polares referem-se ao plano ativado com G17 a G19. Além disso, o terceiro eixo posicionado verticalmente neste plano pode ser especificado. Ao fazer isso, especificações espaciais podem ser programadas como coordenadas cilíndricas.

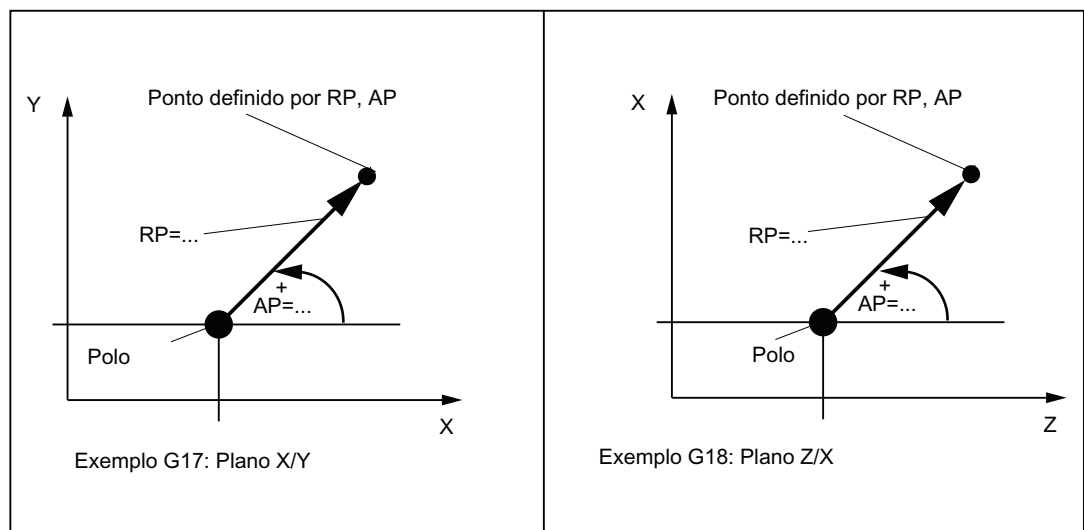
Raio polar RP=...

O raio polar especifica a distância do ponto ao polo. Ele é armazenado e só deve ser escrito em blocos nos quais muda depois de alterar o polo ou ao mudar o plano.

Ângulo polar AP=...

O ângulo é sempre em relação ao eixo horizontal (abscissa) do plano (por exemplo, com G17: eixo X). Especificações de ângulo positivo ou negativo são possíveis.

O ângulo polar permanece armazenado e só deve ser escrito em blocos nos quais muda depois de alterar o polo ou ao mudar o plano.

Veja a ilustração a seguir para raio polar e ângulo polar com definição da direção positiva em diferentes planos:

Definição de polo, programação

G110	Especificação de polo em relação à posição de ponto de ajuste programada por último (no plano, por exemplo, com G17: X/Y)
G111	; Especificação de polo em relação à origem do sistema de coordenadas da peça de trabalho atual (no plano, por exemplo, com G17: X/Y)
G112	; Especificação de polo em relação ao último polo válido; preservar plano

---

Indicação

Especificações de polo

- Definições de polo também podem ser realizadas usando coordenadas polares. Isso faz sentido se um polo já existir.
- Se nenhum polo for definido, a origem do sistema de coordenadas da peça de trabalho atual atuará como o polo.

Exemplo de programação

```
N10 G17                         ; Plano X/Y
N20 G0 X0 Y0
N30 G111 X20 Y10                ; Coordenadas de polo no sistema de coordenadas da
                                peça atual
N40 G1 RP=50 AP=30 F1000
N50 G110 X-10 Y20
N60 G1 RP=30 AP=45 F1000
N70 G112 X40 Y20                ; Novo polo em relação ao último polo como uma
                                coordenada polar
N80 G1 RP=30 AP=135             ; Coordenada polar
M30
```

Movimento com coordenadas polares

As posições programadas usando coordenadas polares também podem ser atravessadas como posições especificadas com coordenadas cartesianas como segue:

- G0 - interpolação linear com movimento transversal rápido
- G1 - interpolação linear com velocidade de avanço
- G2 - interpolação circular sentido horário
- G3 - interpolação circular sentido anti-horário

(Veja também a seção "Movimentos do eixo (Página 43)".)

1.2.6 Deslocamento da obra programável: TRANS, ATRANS

Funcionalidade

O deslocamento programado da obra pode ser usado:

- para formatos/disposições recorrentes em variadas posições sobre o objeto a usinar
- quando se seleciona um novo ponto de referência para o dimensionamento
- como uma tolerância de material quando se faz o desbaste

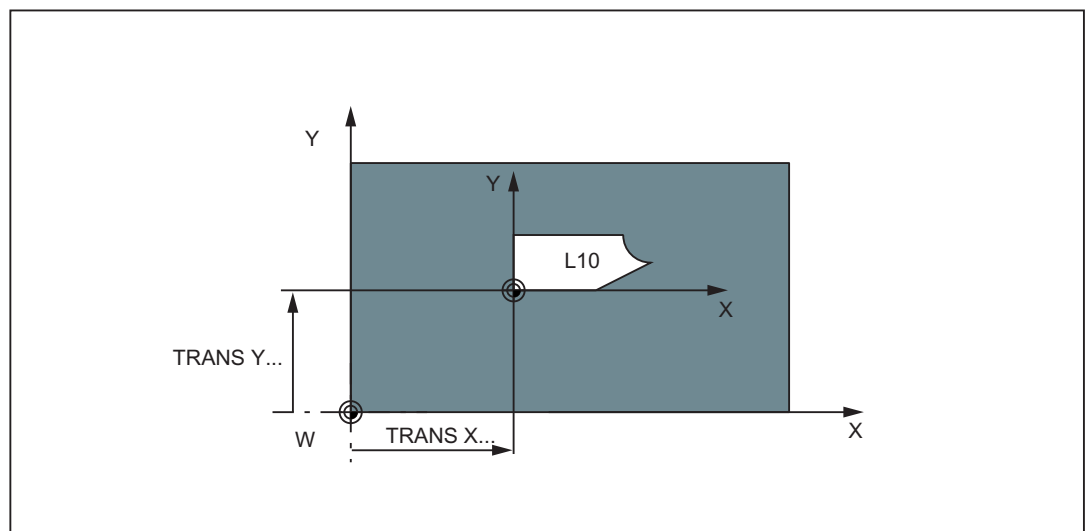
Isto resulta no sistema de coordenadas da peça de trabalho atual. As dimensões regravadas usam isto como referência.

O deslocamento é possível em todos os eixos.

Programação

TRANS X... Y... Z...	; deslocamento programável, exclui instruções antigas de deslocamento, rotação, fator de escala, espelhamento
ATRANS X... Y... Z...	; deslocamento programável, aditivo às instruções existentes
TRANS	; sem valores: elimina as instruções antigas de deslocamento, rotação, fator de escala, espelhamento

Cada uma das instruções que contém TRANS ou ATRANS requerem um bloco separado.

Veja a ilustração a seguir para o exemplo de correção programável:

Exemplo de programação

```
N20 TRANS X20 Y15          ; Translação programável
N30 L10                    ; Chamada de sub-rotina; contém a geometria a ser
                           deslocada
N70 TRANS                  ; Deslocamento de origem removido
```

Chamada de sub-rotina - veja seção "Técnica de sub-rotina (Página 103)".

1.2.7 Rotação programável: ROT, AROT

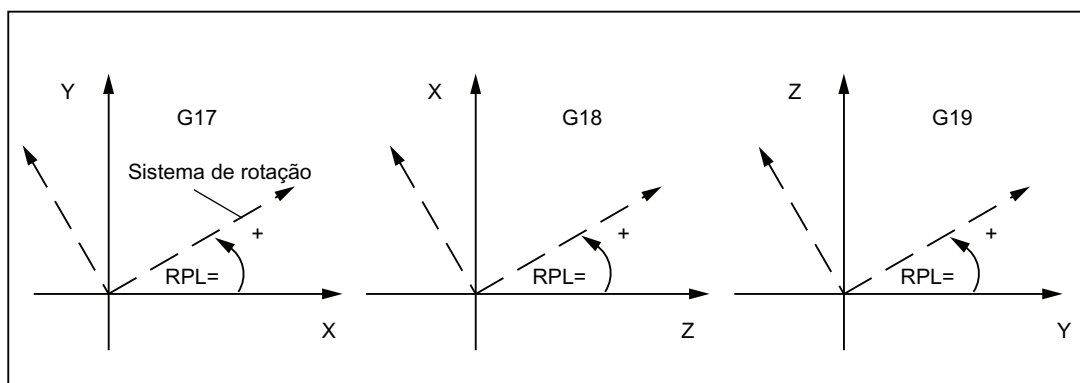
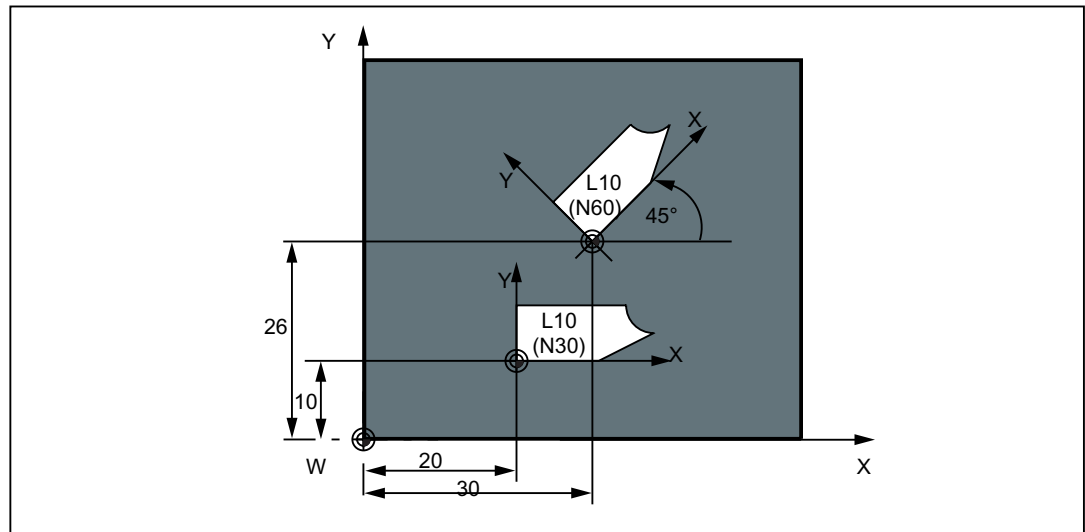
Funcionalidade

A rotação é executada no plano atual G17 ou G18 ou G19 usando o valor de RPL=... especificado em graus.

Programação

ROT RPL=...	; Rotação programável, apaga instruções antigas de deslocamento de origem, rotação, fator de escala, espelhamento
AROT RPL=...	; Rotação programável, aditiva às instruções existentes
ROT	; Sem valores: elimina as instruções antigas de deslocamento, rotação, fator de escala, espelhamento

As instruções que contêm ROT ou AROT requerem um bloco separado cada.

Veja a ilustração a seguir para a definição de direção positivado ângulo de rotação em planos individuais:

Veja a ilustração a seguir para programar o exemplo de correção programável e rotação:

Exemplo de programação

```
N10 G17 ...               ; Plano X/Y
N20 TRANS X20 Y10         ; Translação programável
N30 L10                   ; Chamada de sub-rotina; contém a geometria a ser
                          deslocada
N40 TRANS X30 Y26         ; Novo deslocamento de origem
N50 AROT RPL=45           ; Rotação aditiva de 45 graus
N60 L10                   ; Chamada de sub-rotina
N70 TRANS                 ; Deslocamento de origem e rotação removidos
```

Chamada de sub-rotina - veja seção "Técnica de sub-rotina (Página 103)".

1.2.8 Fator de escala programável: SCALE, ASCALE

Funcionalidade

Um fator de escala pode ser programado para todos os eixos com SCALE / ASCALE. A trajetória é ampliada ou reduzida por este fator no eixo especificado. O sistema de coordenadas atualmente configurado é usado como referência para a troca de escala.

Programação

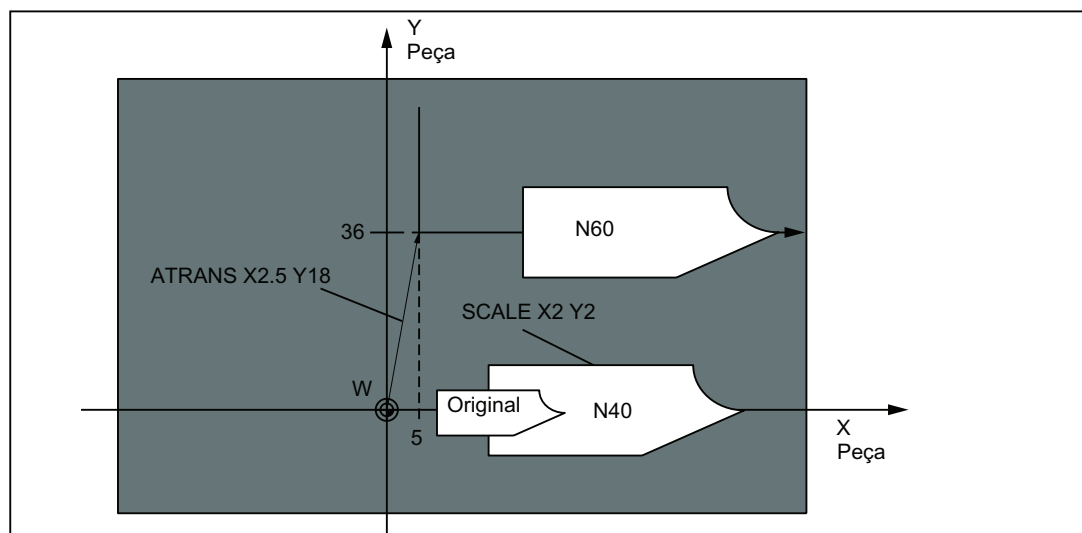
SCALE X... Y... Z...	; Fator de escala programável, apaga as instruções antigas de deslocamento de origem, rotação, fator de escala, espelhamento
ASCALE X... Y... Z...	; fator de escala programável, aditivo às instruções existentes
SCALE	; Sem valores: apaga as instruções antigas de deslocamento de origem, rotação, fator de escala, espelhamento

Cada uma das instruções que contém SCALE ou ASCALE requerem um bloco separado.

Indicação

Para círculos, deve ser usado o mesmo fator em ambos os eixos.

Se ATRANS for programado com SCALE/ASCALE ativo, esses valores de deslocamento também são colocados em escala.

Veja a ilustração a seguir para exemplo de espelhamento com posição de ferramenta mostrada:

Exemplo de programação

```
N10 G17                          ; Plano X/Y
N20 L10                          ; Original do controle programado
N30 SCALE X2 Y2                  ; Contorno X e Y aumentado duas vezes
N40 L10
N50 ATRANS X2.5 Y18              ; Os valores são também colocados em escala!
N60 L10                          ; Contorno aumentado e deslocamento de origem
```

Chamada de sub-rotina - veja seção "Técnica de sub-rotina (Página 103)".

1.2.9 Espelhamento programável: MIRROR, AMIRROR

Funcionalidade

MIRROR e AMIRROR podem ser utilizados para espelhar formatos de peça nos eixos de coordenadas. Todos os movimento transversais de eixos para os quais o espelhamento é programado têm a direção invertida.

Programação

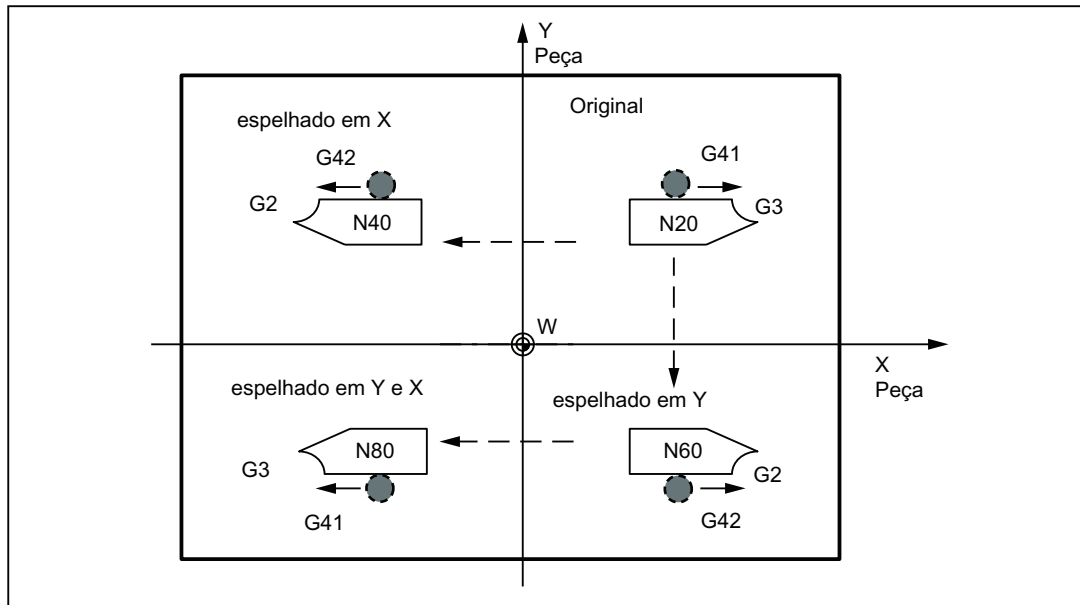
MIRROR X0 Y0 Z0	; Espelhamento programável, apaga instruções antigas de deslocamento de origem, rotação, fator de escala, espelhamento
AMIRROR X0 Y0 Z0	; Espelhamento programável, aditivo às instruções existentes
MIRROR	; Sem valores: elimina as instruções antigas de deslocamento, rotação, fator de escala, espelhamento

As instruções que contêm MIRROR ou AMIRROR requerem um bloco separado cada. O valor do eixo não tem influência. Um valor, entretanto, deve ser especificado.

Indicação

Qualquer compensação de raio de ferramenta ativa (G41/G42) é invertida automaticamente ao espelhar.

A direção de rotação do círculo G2/G3 também é invertida automaticamente ao espelhar.

Veja a ilustração a seguir para exemplo de espelhamento com posição de ferramenta mostrada:

Exemplo de programação

Espelhamento em eixos de coordenadas diferentes com influência em uma compensação de raio de ferramenta e G2/G3:

```
...
N10 G17                    ; Plano X/Y, Z posicionado verticalmente nele
N20 L10                    ; Contorno programado com G41
N30 MIRROR X0              ; Direção alterada em X
N40 L10                    ; Contorno espelhado
N50 MIRROR Y0              ; Direção mudada em Y
N60 L10
N70 AMIRROR X0             ; Espelhamento mais uma vez, mas agora em X
N80 L10                    ; Contorno duas vezes espelhado
N90 MIRROR                 ; Espelhamento desativado
```

Chamada de sub-rotina - veja seção "Técnica de sub-rotina (Página 103)".

1.2.10 Fixação do objeto a usinar - deslocamento ajustável da obra: G54 a G59, G500, G53, G153

Funcionalidade

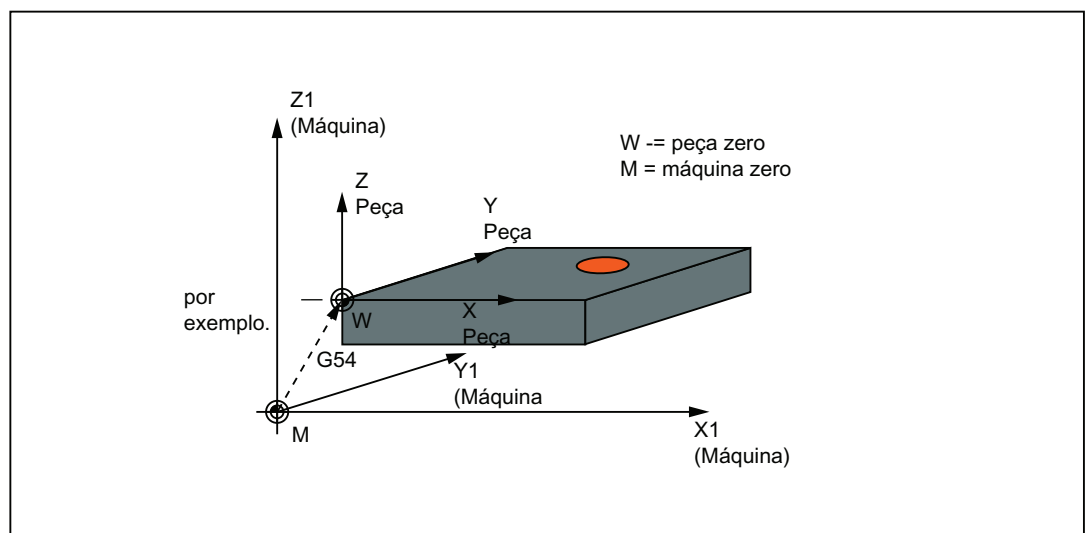
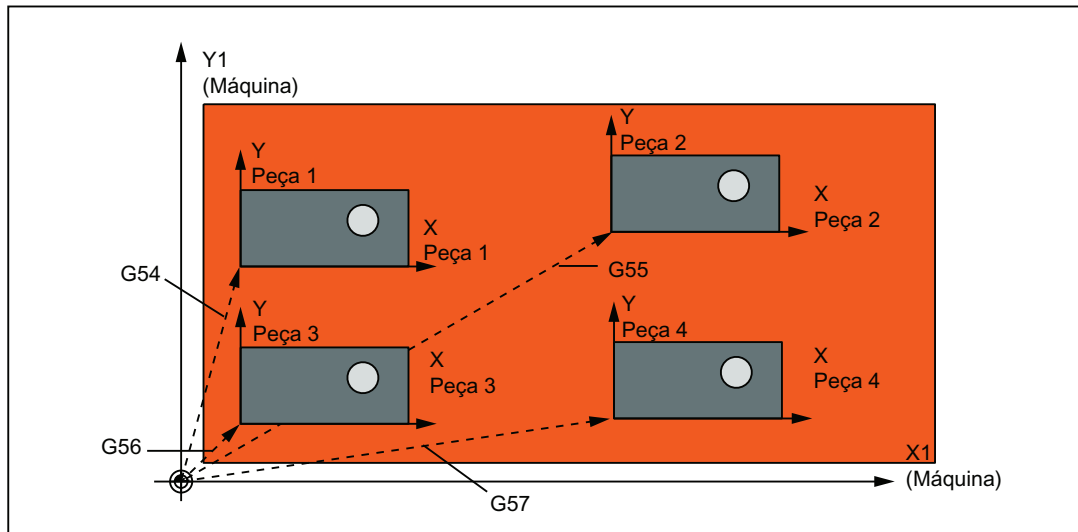
O deslocamento de origem ajustável especifica a posição do **zero da peça** na máquina (deslocamento do ponto zero da peça em relação ao zero da máquina). Este deslocamento é determinado na fixação do objeto a usinar na máquina e deve ser inserido no campo de dados correspondente pelo operador. O valor é ativado pelo programa selecionando-se seis agrupamentos possíveis: G54 a G59.

Indicação

A fixação angular de uma peça é possível inserindo os ângulos de rotação em torno dos eixos da máquina. Essas porções de rotação são ativadas com o deslocamento de origem G54 a G59.

Programação

G54 a G59	; 1. até o sexto ajuste de deslocamento de origem
G500	; Ajustes de deslocamento de origem desativado (OFF) - modal
G53	correção de ajuste de trabalho DESLIGADO, não modal; também suprime a correção programável
G153	correção de ajuste de trabalho LIGADA, não modal; adicionalmente, suprime a estrutura de base

Veja a ilustração a seguir para correção de ajuste de trabalho:

Veja a ilustração a seguir para várias posições da peça de fixação na furação/fresagem:

Exemplo de programação

```
N10 G54                    ; Chamar primeiro deslocamento de origem ajustável
N20 L47                    ; Usinagem da peça de trabalho 1, aqui usando L47
N30 G55                    ; Chamar segundo deslocamento de origem ajustável
N40 L47                    ; Usinagem da peça de trabalho 2, aqui usando L47
N50 G56                    ; Chamar terceiro deslocamento de origem ajustável
N60 L47                    ; Usinagem da peça de trabalho 3, aqui usando L47
N70 G57                    ; Chamar quarto deslocamento de origem ajustável
N80 L47                    ; Usinagem da peça de trabalho 4, aqui usando L47
N90 G500 G0 X              ; Desativar deslocamento de origem ajustável
```

Chamada de sub-rotina - veja seção "Técnica de sub-rotina (Página 103)".

1.3 Movimentos do eixo

1.3.1 Interpolação linear com movimento transversal rápido: G0

Funcionalidade

O posicionamento transversal rápido G0 é utilizado para posicionamento rápido da ferramenta, mas não para **usinagem direta da peça de trabalho**.

Todos os eixos podem ser movimentados simultaneamente - em uma trajetória reta.

Para cada eixo, a velocidade máxima (movimento transversal rápido) é definida nos dados da máquina. Se apenas um eixo apresentar movimento transversal, ele usará seu movimento transversal rápido. Se dois ou três eixos são movimentados simultaneamente, a velocidade da trajetória (por exemplo, a velocidade resultante na ponta da ferramenta) deve ser selecionada tal que resulta a **velocidade de trajetória máxima possível** com consideração de todos os eixos envolvidos.

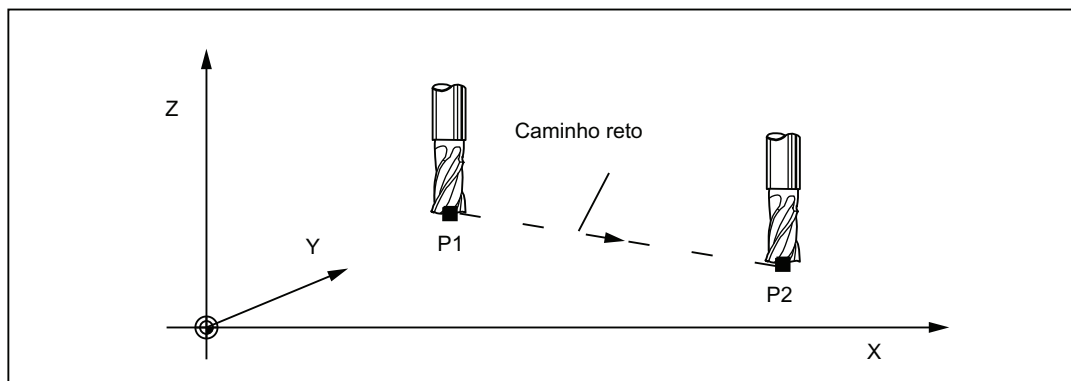
Uma velocidade de avanço programada (palavra F) não tem significado para G0. G0 permanece ativa até que cancelada por outra instrução do grupo G (G1, G2, G3, ...).

Programação

G0 X... Y... Z...	; Coordenadas cartesianas
G0 AP=... RP=...	; Coordenadas polares
G0 AP=... RP=... Z...	; Coordenadas cilíndricas (tridimensional)

Indicação

Outra opção para programação linear está disponível com a especificação de ângulo ANG=... (Para mais informações, consulte a seção "Programação da definição de contorno (Página 71)".).

Veja a ilustração para interpolação linear com travessa rápida do ponto P1 para o ponto P2:

Exemplo de programação

```
N10 G0 X100 Y150 Z65                        ; Coordenada cartesiana
...
N50 G0 RP=16.78 AP=45                       ; Coordenada polar
```

Informações

Outro grupo de funções G existe para movimentação à posição (consulte a seção "Modo de controle da parada exata / trajetória contínua: G9, G60, G64 (Página 64)").

Para a parada exata de G60, poderá ser selecionada uma janela com variados valores de precisão com outro grupo G. Para parada exata, existe uma instrução alternativa com eficácia não modal: G9.

Devem-se considerar essas opções para adaptação a seus trabalhos de posicionamento.

1.3.2 Taxa de avanço F

Funcionalidade

O avanço F é a **velocidade da trajetória** e representa o valor da soma geométrica dos componentes da velocidade de todos os eixos envolvidos. As velocidades de eixos individuais, portanto, resultam da porção da trajetória dos eixos na distância geral a ser atravessada.

A taxa de avanço F está em vigor para os tipos de interpolação G1, G2, G3, CIP e CT e fica retida até ser gravada uma nova palavra F.

Programação

F...

Indicação

Para valores inteiros, o ponto decimal não é requerido, por exemplo, F300.

Unidade de medição para F com G94, G95

A unidade de dimensão para a palavra F é determinada pelas funções G:

- G94: **F** como a velocidade de avanço em **mm/min**
- G95: Taxa de avanço F em giros de mm/fuso

  (significativa apenas quando o fuso está funcionando)

Indicação

A unidade de medida aplica-se a dimensões métricas. De acordo com a seção "Dimensionamento métrico e em polegadas", também são possíveis ajustes com dimensionamento em polegadas.

Exemplo de programação

```
N10 G94 F310                             ; Velocidade de avanço em mm/min
N110 S200 M3                             ; Rotação do fuso
N120 G95 F15.5                           ; Taxa de avanço em mm/giro
```

Indicação

Gravar uma nova palavra F se você modificar G94 - G95.

1.3.3 Interpolação linear com taxa de avanço: G1

Funcionalidade

A ferramenta move-se do ponto inicial ao ponto final ao longo de uma trajetória reta. A **velocidade da trajetória** é determinada pela **palavra F** programada.

Todos os eixos podem ser movimentados simultaneamente.

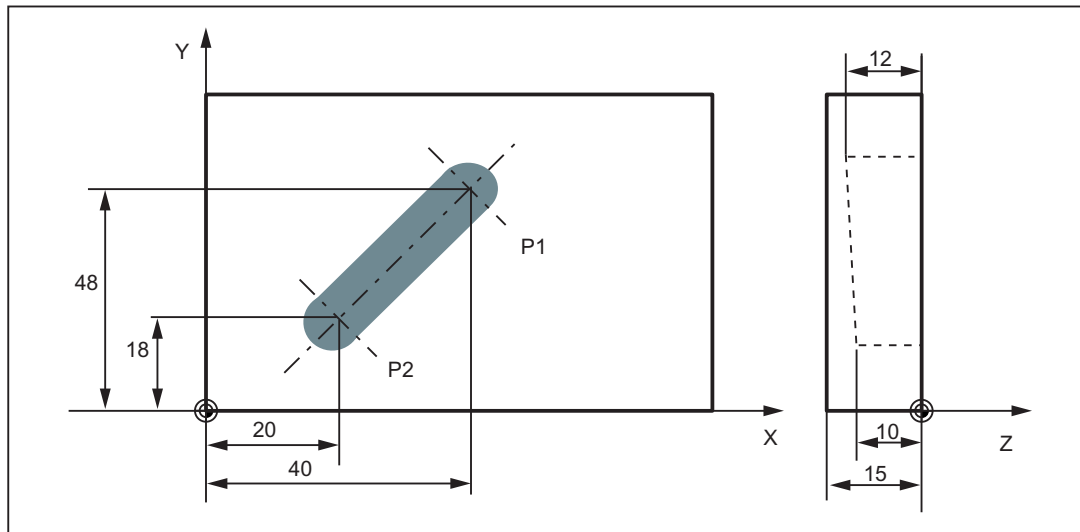
G1 permanece ativa até que cancelada por outra instrução do grupo G (G0, G2, G3, ...).

Programação

```
G1 X... Y... Z... F... ;.                ; Coordenadas cartesianas
G1 AP=... RP=... F...                    ; Coordenadas polares
G1 AP=... RP=... Z... F...               ; coordenadas cilíndricas (tridimensional)
```

Indicação

Outra opção para programação linear está disponível com a especificação de ângulo ANG=... (consulte a seção "Programação da definição de contorno (Página 71) ").

Veja a ilustração para interpolação linear em três eixos usando o exemplo de uma abertura:

Exemplo de programação

```
N05 G0 G90 X40 Y48 Z2 S500 M3      ; A ferramenta desloca-se em movimento
                                   transversal rápido em P1, três eixos
                                   simultaneamente, velocidade do fuso = 500
                                   rpm, sentido horário
N10 G1 Z-12 F100                   ; Avanço em Z-12, 100 mm/min
N15 X20 Y18 Z-10                   ; A ferramenta movimenta-se em linha reta
                                   no espaço em P2
N20 G0 Z100                        ; Retração em movimento transversal
                                   rápido
N25 X-20 Y80
N30 M2                             ; Fim do programa
```

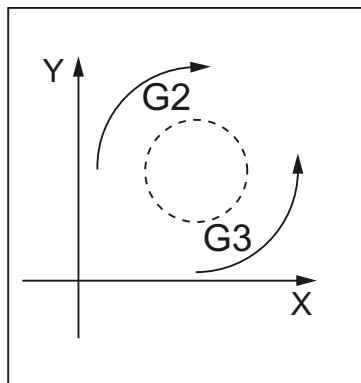
Para usinar uma peça, velocidade do fuso S ... e direção M3/M4 são necessárias (consulte a seção "Movimentos do fuso (Página 69)").

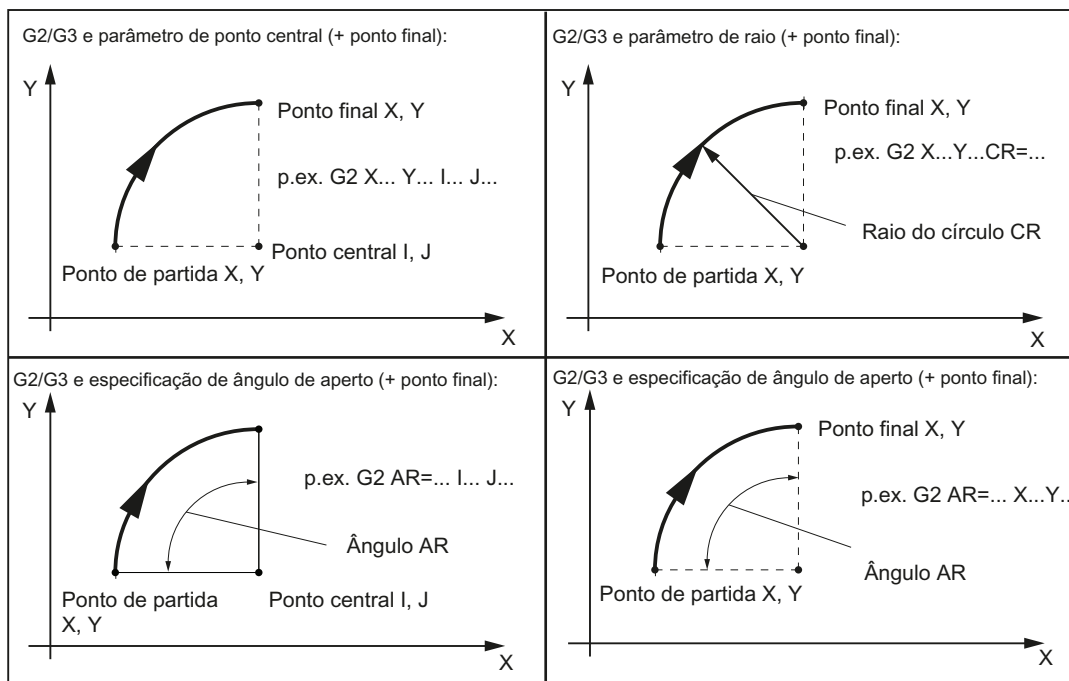
1.3.4 Interpolação circular: G2, G3

Funcionalidade

A ferramenta move-se do ponto inicial ao ponto final ao longo de uma trajetória circular. A direção é determinada pela função G:

G2: sentido horário

G3: anti-horário

A descrição do círculo desejado pode ser feita de várias maneiras:

Veja a ilustração a seguir para as possibilidades de programação de círculo com G2/G3 usando os exemplos do eixos X/Y e G2:

G2/G3 permanece ativo até ser cancelado por outra instrução proveniente deste grupo G (G0, G1, ...).

A **velocidade da trajetória** é determinada pela **palavra F** programada.

Programação

G2/G3 X... Y... I... J...	; Ponto central e final
G2/G3 CR=... X... Y...	; Raio e ponto final do círculo
G2/G3 AR=... I... J...	; Ângulo de abertura e ponto central
G2/G3 AR=... X... Y...	; Ângulo de abertura e ponto final
G2/G3 AP=... RP=...	; Coordenadas polares, círculo ao redor do polo

---

Indicação

Mais possibilidades para o resultado da programação do círculo provenientes de:

CT - círculo com conexão tangencial e

CIP - círculo via ponto intermediário (ver as próximas seções).

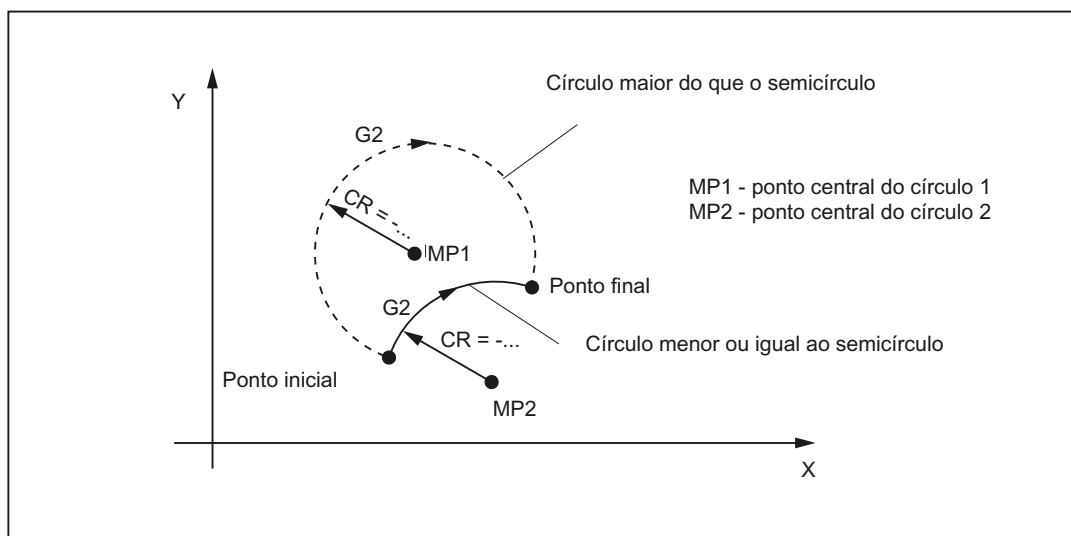
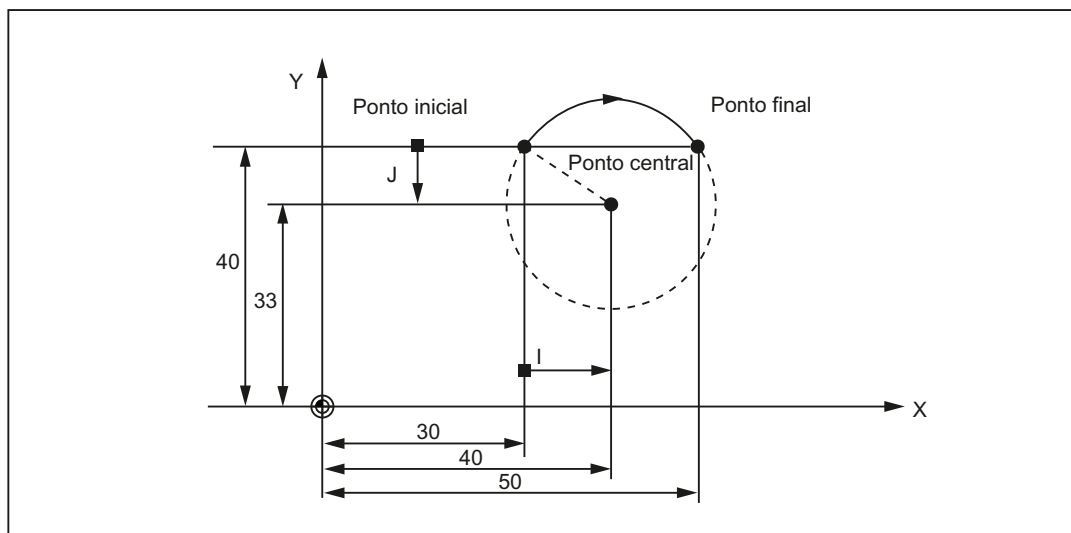
Inserir tolerâncias para o círculo

Os círculos só são aceitos pelo sistema de controle com uma determinada tolerância dimensional. O raio do círculo nos pontos inicial e final é comparado aqui. Se a diferença estiver dentro da tolerância, o ponto central será definido com exatidão internamente. Caso contrário, será emitida uma mensagem de alarme.

Informações

Círculos completos em um bloco só são possíveis se o ponto central e o ponto final forem especificados.

Para círculos com especificação de raio, o sinal aritmético de CR=... é utilizado para selecionar o círculo correto. É possível programar dois círculos com os mesmos pontos de início e fim, além do mesmo raio e o mesmo sentido. O sinal negativo na frente de CR=-... determina o círculo cujo segmento é maior do que um semicírculo; caso contrário, o círculo com o segmento menor ou igual ao semicírculo e determinado da seguinte maneira:

Veja a ilustração a seguir para seleção do círculo de dois possíveis círculos com especificação de raio:

Exemplo de programação: Definição de ponto central e ponto final

```
N5 G90 X30 Y40                    ; Círculo do ponto inicial para N10
N10 G2 X50 Y40 I10 J-7            ; Ponto final e ponto central
```

Indicação

Os valores de ponto central referem-se ao ponto inicial do círculo!

Exemplo de programação: Especificação do ponto final e do raio

```
N5 G90 X30 Y40                          ; Círculo do ponto incial para N10
N10 G2 X50 Y40 CR=12.207                ; Ponto final e raio
```

Indicação

Com um sinal de orientação negativo para o valor com CR=-..., um segmento circular maior do que um semicírculo é selecionado.

Exemplo de programação: Definição de ponto final e ângulo de abertura

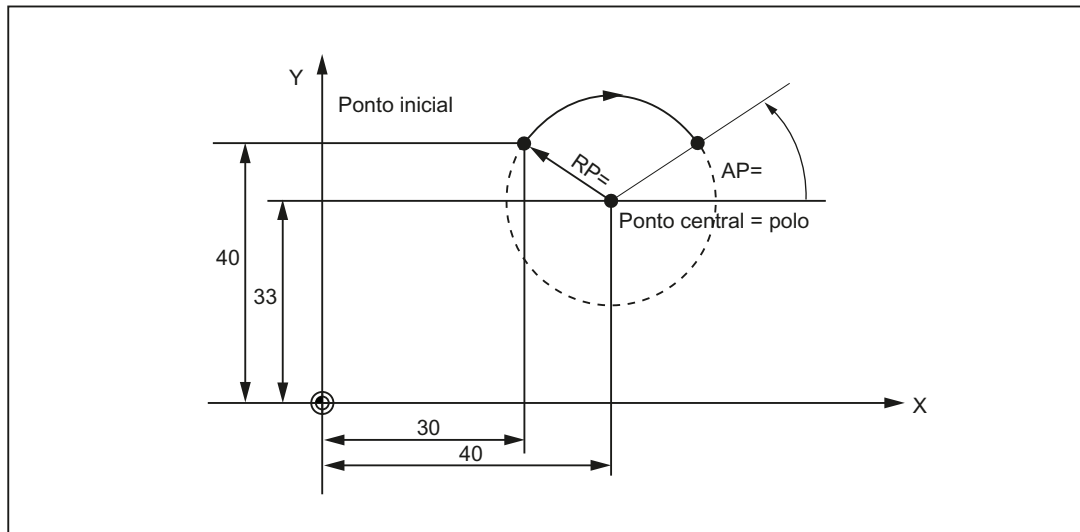
```
N5 G90 X30 Y40                              ; Círculo do ponto incial para N10
N10 G2 X50 Y40 AR=105                       ; Ponto final e ângulo de abertura
```

Exemplo de programação: Definição de ponto central e ângulo de abertura

```
N5 G90 X30 Y40                              ; Círculo do ponto incial para N10
N10 G2 I10 J-7 AR=105                       ; Ponto central e ângulo de abertura
```

Indicação

Os valores de ponto central referem-se ao ponto inicial do círculo!

Exemplo de programação: Coordenadas polares

```
N1 G17                          ; Plano X/Y
N5 G90 G0 X30 Y40               ; Círculo do ponto incial para N10
N10 G111 X40 Y33                ; Polo = centro do círculo
N20 G2 RP=12.207 AP=21          ; Especificações polares
```

1.3.5 Interpolação circular via ponto intermediário CIP

Funcionalidade

Se conhecer **três pontos de contorno** do círculo em vez do ponto central ou raio ou ângulo de abertura, então é vantajoso usar a função CIP.

A direção do círculo resulta aqui da posição do ponto intermediário (entre os pontos inicial e final). O ponto intermediário é escrito de acordo com a seguinte atribuição de eixo:

para o eixo X,

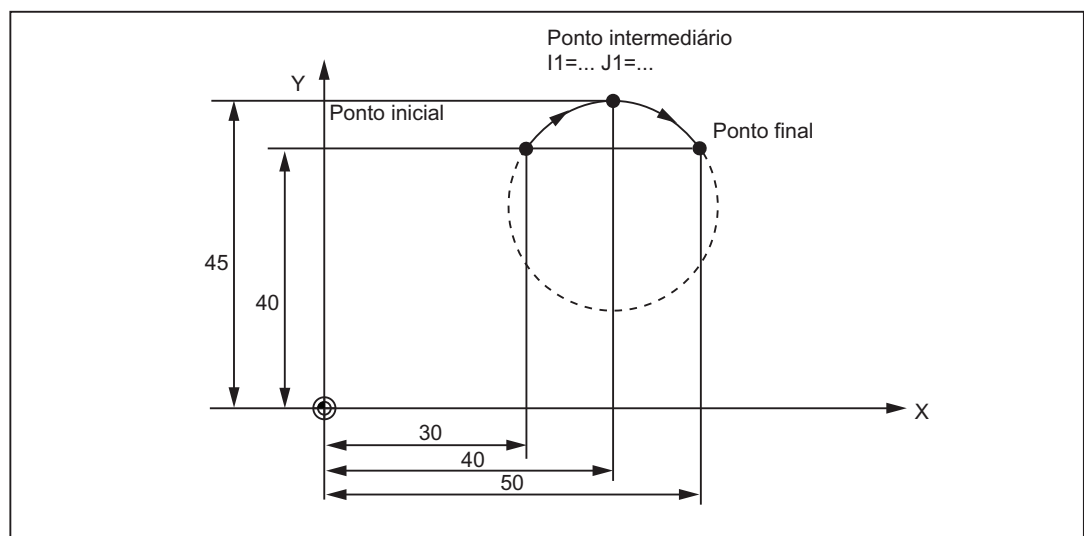
J1=... para o eixo Y,

K1=... para o eixo Z.

CIP permanece ativa até que cancelada por outra instrução do grupo G (G0, G1, G2, ...).

Indicação

Os dados dimensionais configurados G90 ou G91 aplicam-se ao ponto final **e** ao ponto intermediário.

Veja a ilustração a seguir para círculo com especificação de ponto intermediário usando o exemplo do G90:

Exemplo de programação

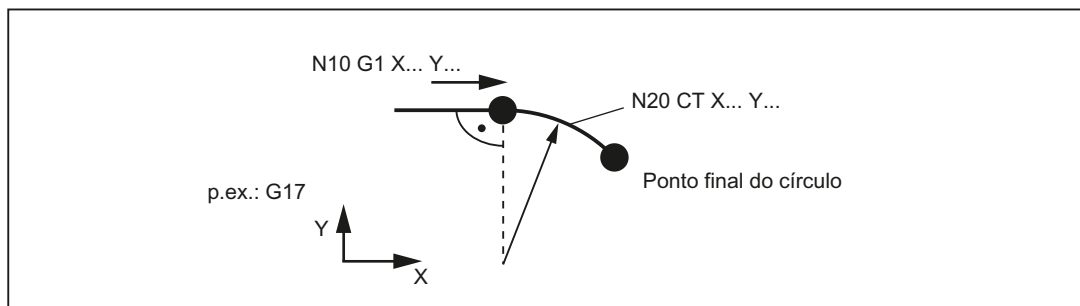
```
N5 G90 X30 Y40                    ; Círculo do ponto incial para N10
N10 CIP X50 Y40 I1=40 J1=45       ; Ponto final e ponto intermediário
```

1.3.6 Círculo com transição tangencial: CT

Funcionalidade

Com CT e o ponto final programado no plano atual G17 a G19, um círculo é gerado o qual é conectado tangencialmente ao segmentos de trajetória anterior (círculo ou linha reta) nesse plano.

Esse define o raio e o ponto central do círculo a partir das relações da seção de trajetória anterior e o ponto final do círculo programado.

Veja na ilustração a seguir para círculo com transição tangencial para seção da trajetória anterior:

Exemplo de programação

```
N10 G1 X20 F300                          ; Linha reta
N20 CT X... Y...                         ; Círculo com conexão tangencial
```

1.3.7 Interpolação helicoidal: G2/G3, TURN

Funcionalidade

Com interpolação helicoidal, dois movimentos são sobrepostos:

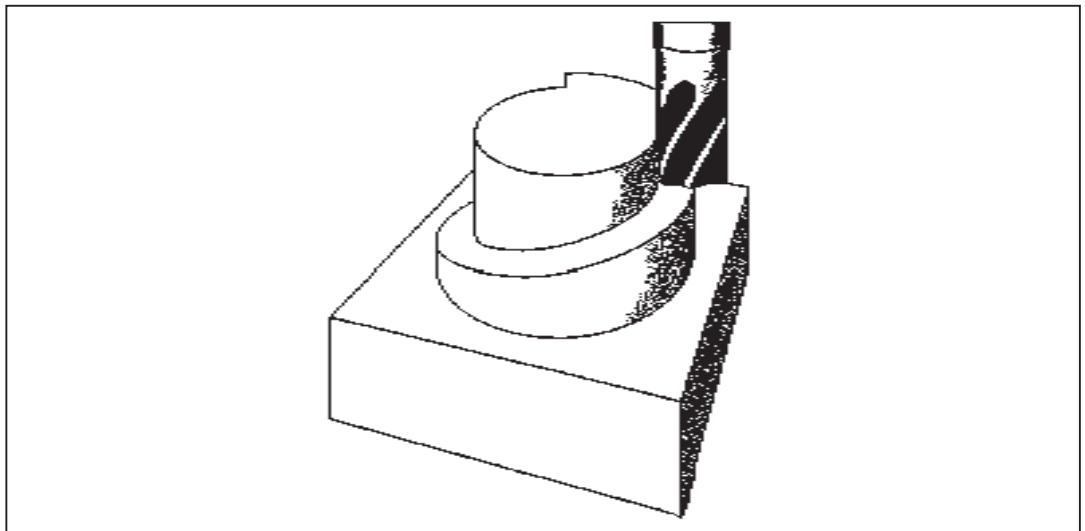
- Movimento circular no plano G17, G18 ou G19
- Movimento linear do eixo posicionado verticalmente nesse plano.

  O número de passes circulares completos adicionais é programado com TURN=. Esses são adicionados à programação do círculo real.

  A interpolação helicoidal pode preferivelmente ser usada para a fresagem de roscas ou de ranhuras de lubrificação em cilindros.

Programação

G2/G3 X... Y... I... J... TURN=...	; Pontos central e final
G2/G3 CR=... X... Y... TURN=...	; Raio e ponto final do círculo
G2/G3 AR=... I... J... TURN=...	; Ângulo de abertura e ponto central
G2/G3 AR=... X... Y... TURN=...	; Ângulo de abertura e ponto final
G2/G3 AP=... RP=... TURN=...	; Coordenadas polares, círculo ao redor do polo

Veja a ilustração a seguir da interpolação helicoidal:

Exemplo de programação

```
N10 G17                                  ; Plano X/Y, Z posicionado verticalmente
                                         nele
N20 G0 Z50
N30 G1 X0 Y50 F300                       ; Ponto de origem da aproximação
N40 G3 X0 Y0 Z33 I0 J-25 TURN= 3         ; Hélice
M30
```

1.3.8 Abertura de rosca com avanço constante: G33

Funcionalidade

Isso requer um fuso com sistema de medição de posição.

A função G33 pode ser usada para usinar roscas com avanço constante do seguinte tipo: Se uma ferramenta apropriada for utilizada, a abertura de rosca interna com mandril de compensação é possível.

O mandril de compensação compensa as diferença de trajetória resultantes em um certo grau limitado.

A profundidade de perfuração é especificada especificando um dos eixos X, Y ou Z; o passo de rosca é especificado por meio do I, J ou K pertinente.

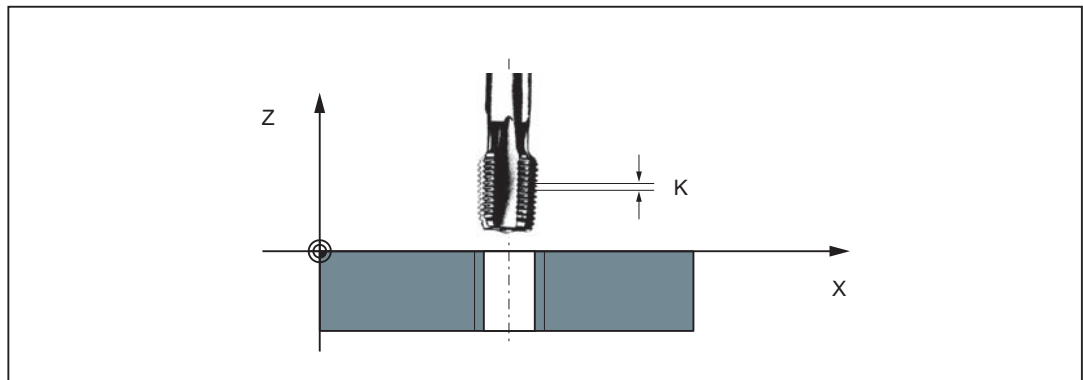
G33 permanece ativo até ser cancelado por outra instrução proveniente deste grupo G (G0, G1, G2, G3, ...).

Rosca do lado direito ou do lado esquerdo

A rosca do lado direito ou do lado esquerdo é definida com a direção de rotação do fuso (M3 à direita (sentido horário), M4 à esquerda (sentido anti-horário) - consulte a seção "Movimentos do fuso (Página 69)"). Para fazer isto, deverá ser programado o valor de rotação sob o endereço S ou deverá ser definida a velocidade de rotação.

Indicação

Um ciclo completo de abertura de rosca interna com mandril de compensação é proporcionado pelo ciclo padrão CYCLE840.

Veja a ilustração a seguir da abertura de rosca interna usando G33:

Exemplo de programação

```
                                        ; rosca métrica 5,
                                        ; passo conforme a tabela: 0.8 mm/rev.,
                                        furo já pré-usinado
N10 G54 G0 G90 X10 Y10 Z5 S600 M3       ; Ponto inicial de aproximação, rotação
                                        do fuso no sentido horário
N20 G33 Z-25 K0.8                       ; Abertura de rosca interna, ponto final
                                        -25 mm
N40 Z5 K0.8 M4                          ; Retração, rotação do fuso no sentido
                                        anti-horário
N50 G0 X30 Y30 Z20
N60 M30
```

Velocidade do eixo

Com roscas G33, a velocidade do eixo para os comprimentos de rosca é determinada com base na velocidade do fuso e no passo da rosca. A **taxa de avanço F não é relevante**. No entanto, ela é armazenada. Porém, a velocidade máxima do eixo (movimento transversal rápido) definida nos dados da máquina não pode ser excedida. Isto resultará em um alarme.

Indicação

Botão override

- A ativação manual da velocidade do fuso deve permanecer inalterada para a usinagem de roscas.
- A troca da ativação manual da taxa de avanço não tem significado neste bloco.

1.3.9 Abertura de rosca interna com mandril de compensação: G63

Funcionalidade

G63 pode ser usada para abertura de rosca interna com mandril de compensação. A velocidade de avanço F deve igualar a velocidade do fuso S (programada com o endereço "S" ou velocidade especificada) e com o passo de rosca da broca:

F [mm/min] = S [rpm] x passo de rosca [mm/rev.]

O mandril de compensação compensa as diferença de trajetória resultantes em um certo grau limitado.

A broca é retraída usando G63, também, mas com o fuso rodando na direção oposta M3 <-> M4.

G63 é não modal. No bloco após G63, o comando G anterior do grupo de "Tipo de interpolação" (G0, G1,G2, ...) é ativo novamente.

Rosca do lado direito ou do lado esquerdo

A rosca do lado direito ou do lado esquerdo é definida com a direção de rotação do fuso (M3 à direita (sentido horário), M4 à esquerda (sentido anti-horário) - consulte a seção "Movimentos do fuso (Página 69)").

Indicação

O ciclo-padrão CYCLE840 proporciona um ciclo completo de abertura de rosca interna com mandril de compensação (mas com G33 e os pré-requisitos pertinentes).

Veja a ilustração a seguir da abertura de rosca interna usando G63:

Exemplo de programação

```
                                        ; rosca métrica 5,
                                        ; avanço conforme a tabela: 0.8 mm/rev.,
                                        furo já pré-usinado
N10 G54 G0 G90 X10 Y10 Z5 S600 M3       ; Ponto inicial de aproximação, rotação
                                        do fuso no sentido horário
N20 G63 Z-25 F480                       ; Abertura de rosca interna, ponto final
                                        -25 mm
N40 G63 Z5 M4                           ; Retração, rotação do fuso no sentido
                                        anti-horário
N50 X30 Y30 Z20
M30
```

1.3.10 Interpolação de roscas: G331, G332

Funcionalidade

Isso requer um fuso de posição controlada com um sistema de medição de posição.

Usando G331/G332, as roscas podem ser abertas **sem** mandril de compensação se as propriedades dinâmicas do fuso e do eixo permitirem.

Se, entretanto, um mandril de compensação for utilizado, as diferenças de trajetória a serem compensadas pelo mandril são reduzidas. Isso permite abertura de rosca interna em velocidades de fuso mais altas.

A perfuração é realizada usando G331, a retração é realizada usando G332.

A profundidade de perfuração é especificada especificando um dos eixos X, Y ou Z; o passo de rosca é especificado por meio do I, J ou K pertinente.

Para G332, o mesmo avanço de rosca é programado como para G331. A inversão da direção de rotação do fuso ocorre automaticamente.

A velocidade do fuso é programada com S e sem M3/M4.

Antes de abrir a rosca interna usando G331/G332, o fuso deve ser comutado para o modo de posição controlada com SPOS=....

Rosca do lado direito ou do lado esquerdo

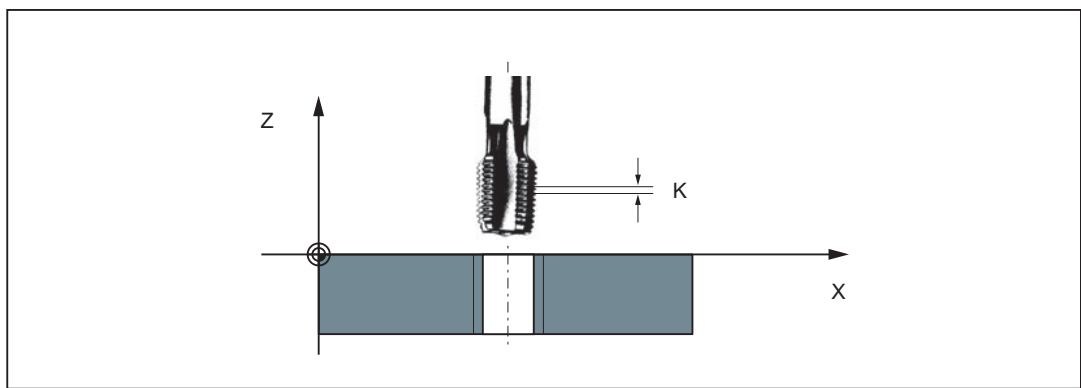
O sinal do avanço de rosca determina o sentido de rotação do fuso:

Positivo: direita (como com M3)

Negativo: esquerda (como com M4)

Indicação

Um ciclo completo de abertura de rosca interna com interpolação de rosca é proporcionado com o ciclo padrão CYCLE84.

Veja a ilustração a seguir da abertura de rosca interna usando G331/G332:

Velocidade do eixo

Para G331/G332, a velocidade do eixo relativa ao comprimento da rosca resulta da velocidade do fuso e do avanço da rosca. A taxa de avanço F não é relevante. No entanto, ela é armazenada. Porém, a velocidade máxima do eixo (movimento transversal rápido) definida nos dados da máquina não pode ser excedida. Isto resultará em um alarme.

Exemplo de programação

```
rosca métrica 5,
avanço conforme a tabela: 0,8 mm/giro,
furo já pré-usinado
N5 G54 G0 G90 X10 Y10 Z5              ; Ponto de origem da aproximação
N10 SPOS=0                            ; Fuso no controle da posição
N20 G331 Z-25 K0.8 S600               ; Abertura de rosca interna, K positivo =
                                      sentido horário
                                       do fuso, ponto final Z=-25 mm
N40 G332 Z5 K0.8                      ; Retração
N50 G0 X30 Y30 Z20
N60 M30
```

1.3.11 Aproximação do ponto fixo: G75

Funcionalidade

Com o uso de G75, poderá ser aproximado um ponto fixo na máquina, por exemplo, ponto de troca de ferramenta. A posição é armazenada permanentemente nos dados da máquina para todos os eixos. No máximo, quatro pontos fixos podem ser definidos para cada eixo.

Nenhum deslocamento é efetivo. A velocidade de cada eixo é sua velocidade transversal rápida.

G75 requer um bloco separado e é não modal. O identificador do eixo da máquina deve ser programado!

No bloco após G75, o comando G anterior do grupo de "Tipo de interpolação" (G0, G1,G2, ...) é ativo novamente.

Programação

G75 FP=<n> X1=0 Y1=0 Z1=0

Indicação

Preferências FPn com dado de máquina do eixo MD30600 $MA_FIX_POINT_POS[n-1]. Se nennhum FP foi programado, então o primeiro ponto fixo será selecionado.

Tabelas 1- 1 Explicação

Comando	Significado
G75	Aproximação do ponto fixo
FP=<n>	Ponto fixo ao qual deve ser feita aproximação. O número do ponto fixo é especificado: <n> Faixa de valores de <n>: 1, 2, 3, 4 Se nenhum ponto fixo for especificado, o ponto fixo 1 é aproximado automaticamente.
X1=0 Y1=0 Z1=0	Os eixos da máquina a serem deslocados transversalmente até o ponto fixo. Neste caso, especificar os eixos com valor "0" com o qual o ponto fixo deve ser aproximado simultaneamente. Cada eixo é deslocado na transversal com a velocidade axial máxima.

Exemplo de programação

```
N05 G75 FP=1 Z1=0                 ; Aproximar do ponto fixo 1 em Z
N10 G75 FP=2 X1=0 Y1=0            ; Aproximar do ponto fixo 2 em X e Y,
                                  por exemplo, para trocar uma ferramenta
N30 M30                           ; Fim do programa
```

Indicação

Os valores de posição programados para X1, Y1, Z1 (qualquer valor, neste caso = 0) são ignorados, mas ainda devem ser escritos.

1.3.12 Aproximação do ponto de referência: G74

Funcionalidade

A aproximação até o ponto de referência no programa do CN pode ser realizada com G74. A direção e a velocidade de cada eixo são armazenados nos dados da máquina.

G74 requer um bloco separado e é não modal. O identificador do eixo da máquina deve ser programado!

No bloco após G74, o comando G anterior do grupo de "Tipo de interpolação" (G0, G1,G2, ...) é ativo novamente.

Exemplo de programação

```
N10 G74 X1=0 Y1=0 Z1=0
```

Indicação

Os valores de posição programados para X1, Y1, Z1 (qualquer valor, neste caso = 0) são ignorados, mas ainda devem ser escritos.

1.3.13 Override da velocidade de avanço para ciclos: CFTCP, CFC

Funcionalidade

Para **compensação do raio da ferramenta** (G41/G42) ativada **e programação de círculo**, é imperativo corrigir a velocidade de avanço no ponto central do cortador se o **valor F programado** deve agir no contorno do círculo.

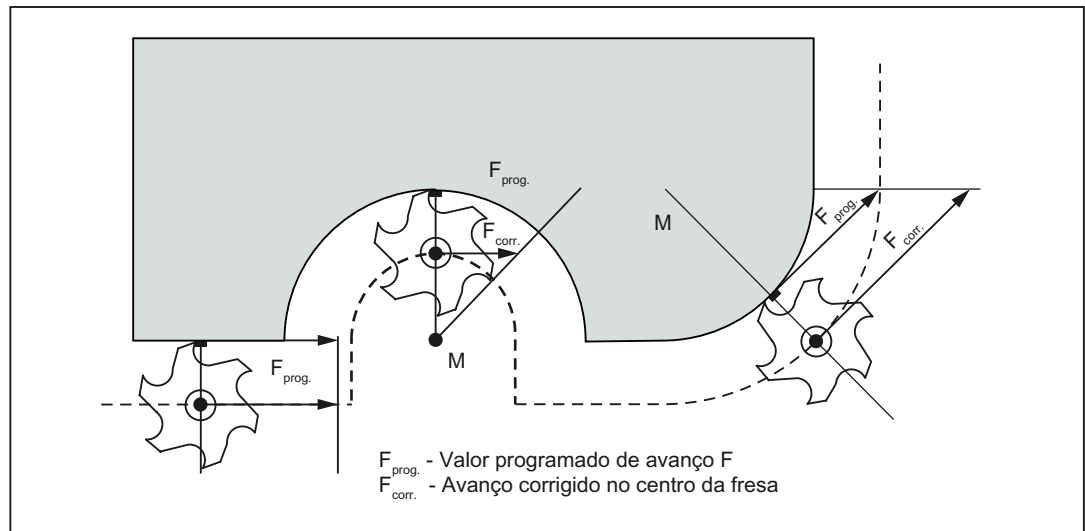
Usinagem interna e externa de um círculo e o raio da ferramenta atual são levados em consideração automaticamente se a compensação do raio da ferramenta estiver ativada.

Esta correção da velocidade de avanço (override) não é necessária para trajetórias lineares. As velocidades de trajetória no ponto central do cortador e no contorno programado são idênticas.

Se desejar que a velocidade de avanço programada sempre aja na trajetória do ponto central do cortador, então desative o override da velocidade de avanço. O grupo G agindo modalmente contém CFTCP/CFC (funções G) é oferecido para comutar ativação/desativação.

Programação

CFTCP	; Override da velocidade de avanço desativado (OFF) (a velocidade de avanço programada age no ponto central do cortador da fresa)
CFC	; Override de velocidade de avanço ativado (ON)

Veja a ilustração a seguir para avanço, com G901 interno / externo de usinagem:

Velocidade de avanço corrigida

- Usinagem externa:

  $F_{corr.} = F_{prog.} (r_{cont} + r_{tool}) / r_{cont}$

- Usinagem interna:

  $F_{korr.} = F_{prog.} (r_{cont} - r_{tool}) / r_{cont}$

  r_{cont}: Raio do contorno circular

  r_{tool}: Raio da ferramenta

Exemplo de programação

```
N10 G42 G1 X30 Y40 F1000       ; Compensação do raio da ferramenta ativada (ON)
N20 CFC F350                   ; Override de velocidade de avanço ativado (ON)
N30 G2 X50 Y40 I10 J-7 F350    ; O valor de avanço age no contorno
N40 G3 X70 Y40 I10 J6 F300     ; O valor de avanço age no contorno
N50 CFTCP                      ; Override da velocidade de avanço desativado, o
                               valor da velocidade de avanço programada age no
                               ponto central do cortador da fresa
N60 M30
```

1.3.14 Modo de controle da parada exata / trajetória contínua: G9, G60, G64

Funcionalidade

Funções G são oferecidas para adaptação ideal às diferentes exigências para ajustar o comportamento de movimento nas fronteiras de bloco e para avanço de bloco. Exemplo: Por exemplo, você pode posicionar rapidamente com os eixos ou usinar contornos da trajetória em múltiplos blocos.

Programação

G60	; Parada exata modalmente efetiva
G64	; Modo de trajetória contínua
G9	; Parada exata não modalmente efetiva
G601	; Janela de parada exata fina
G602	; Janela de parada exata grossa

Parada exata G60, G9

Se a função de parada exata (G60 ou G9) estiver ativa, a velocidade para que se atinja a posição final exata na extremidade de um bloco será desacelerada.

Outro grupo modal G pode ser usado neste caso para a definição de quando o movimento transversal deste bloco será considerado encerrado e o próximo bloco será iniciado.

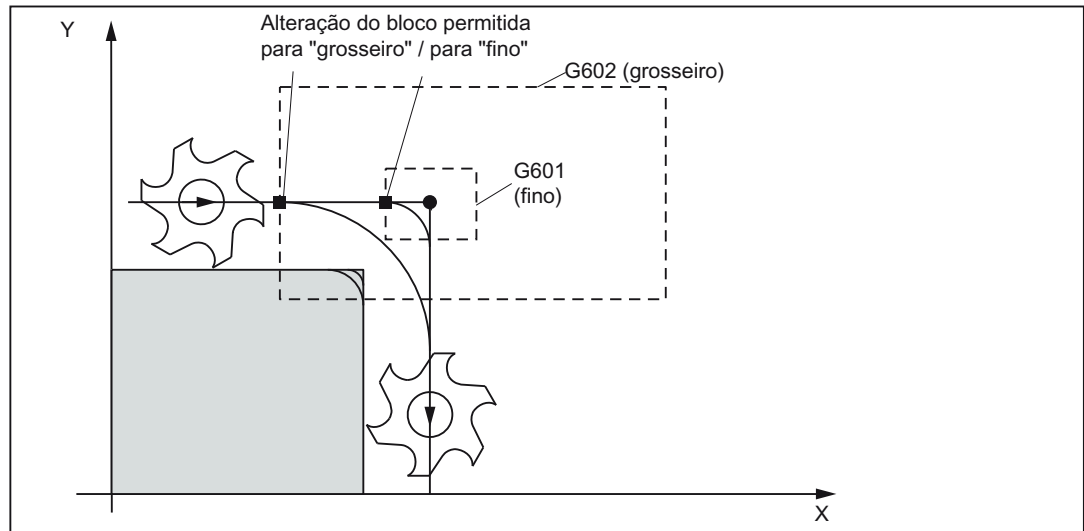
- G601; Janela parada exata fina

  O avanço do bloco ocorre quando todos os eixos tiverem atingido a "Janela de parada exata fina" (valor nos dados da máquina).

- G602: Janela parada exata grossa

  O avanço do bloco ocorre quando todos os eixos tiverem atingido a "Janela de parada exata grossa" (valor nos dados da máquina).

A seleção da janela de parada exata terá uma influência significativa sobre o tempo total se forem executadas muitas operações de posicionamento. Ajustes finos requerem mais tempo.

Veja a ilustração a seguir para a janela de parada exata fina ou grossa, com efeito para G60/G9:

Exemplo de programação

```
N5 G602                        ; Janela de parada exata grossa
N10 G0 G60 X20                 ; Parada exata, modal
N20 X30 Y30                    ; G60 continua a agir
N30 G1 G601 X50 Y50 F100       ; Janela de parada exata fina
N40 G64 X70 Y60                ; Mudança para modo de trajetória contínua
N50 G0 X90 Y90
N60 G0 G9 X95                  ; A parada exata age somente neste bloco
N70 G0 X100 Y100               ; Novamente modo de trajetória contínua
M30
```

Indicação

O comando G9 só gera parada exata para o bloco no qual ele estiver programado; no entanto, G60 é efetivo até ser cancelado por G64.

Modo de controle da trajetória contínua G64

O objetivo do modo de controle da trajetória contínua é evitar a desaceleração nos limites do bloco e mudar **para o próximo bloco** com **uma velocidade de trajetória tão constante quanto possível** (no caso de transições tangenciais). A função trabalha com **controle de velocidade antecipado** sobre vários blocos.

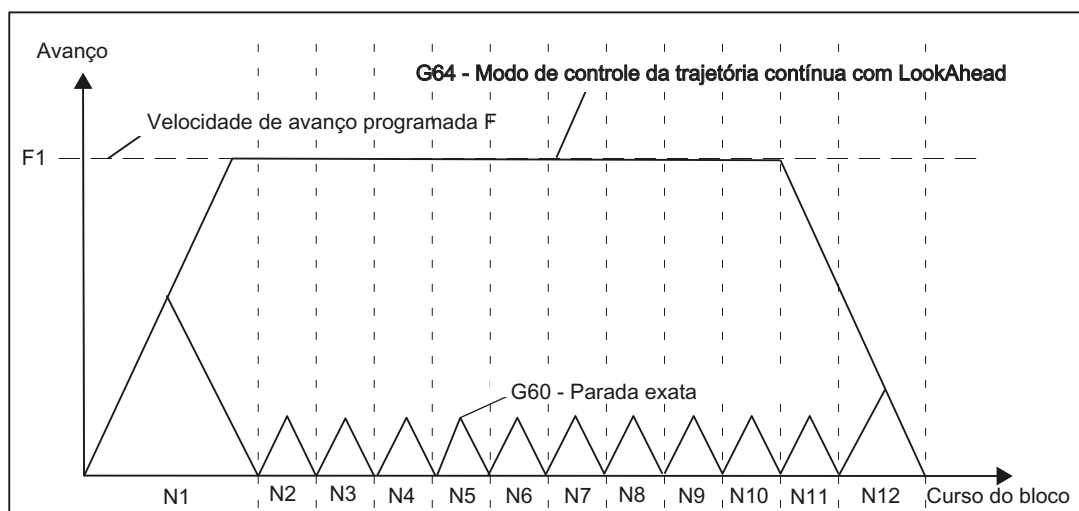
Para transições não tangenciais (cantos), a velocidade pode ser reduzida com rapidez suficiente de forma que os eixos fiquem sujeitos a uma mudança de velocidade relativamente alta em um curto período de tempo. Isto pode levar a um significativo movimento intermitente (mudança de aceleração). O tamanho do movimento intermitente pode ser limitado ativando-se a função SOFT.

Exemplo de programação

```
N10 G64 G1 X10 Y20 F1000      ; Modo de trajetória contínua
N20 X30 Y30                   ; O modo de controle da trajetória contínua permanece
                              ativo
N30 G60 Z50                   ; Troca para a parada exata
M30
```

Controle de velocidade antecipado:

No modo de controle da trajetória contínua com G64, o sistema de controle determina automaticamente o controle da velocidade antecipado de vários blocos do CN. Isto permite a aceleração e desaceleração através de múltiplos blocos com transições tangenciais aproximadas. Para trajetórias que consistam de percursos curtos nos blocos do CN, poderão ser atingidas velocidades mais altas do que sem antecipação.

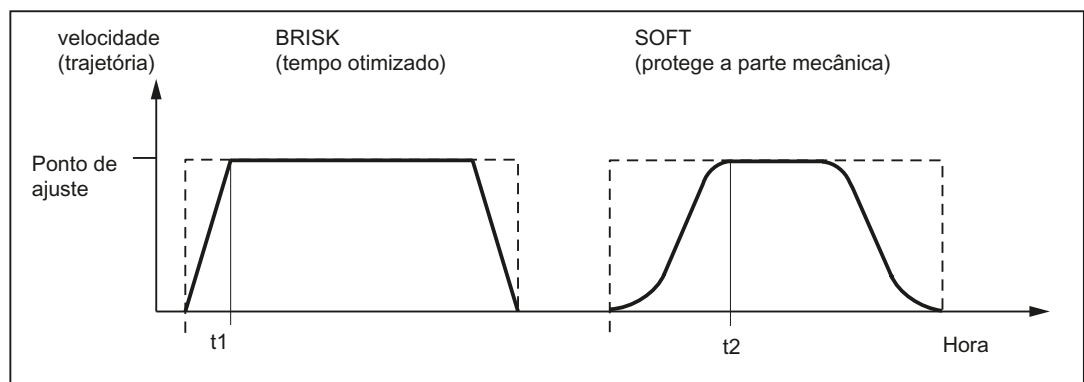
Veja a ilustração a seguir da comparação do comportamento de velocidade do G60 e do G64:

1.3.15 Padrão de aceleração: BRISK, SOFT

BRISK

Os eixos da máquina mudam suas velocidades com o uso da máxima aceleração admissível até alcançar a velocidade final. BRISK permite trabalho otimizado no tempo. A velocidade definida é alcançada em um curto espaço de tempo. No entanto, há saltos no padrão de aceleração.

SOFT

Os eixos da máquina aceleram ao longo de uma característica constante não linear até atingir a velocidade final. Com esta aceleração sem empuxos, o SOFT permite carga reduzida da máquina. O mesmo comportamento também pode ser aplicado a procedimentos de frenagem.

Veja a ilustração a seguir do curso básico da velocidade de trajetória ao usar BRISK/SOFT:

Programação

BRISK	; Aceleração de trajetória de empuxo
SOFT	; Aceleração de trajetória de empuxo limitado

Exemplo de programação

```
N10 SOFT G1 X30 Z84 F650        ; Aceleração de trajetória de empuxo limitado
N90 BRISK X87 Z104              ; Continuidade com aceleração de trajetória de empuxo
```

1.3.16 Tempo de espera: G4

Funcionalidade

Entre dois blocos do CN, pode-se interromper a usinagem por um tempo definido inserindo um **bloco separado** com G4; por exemplo, para corte de alívio.

As palavras com F... ou S... só são usadas neste bloco pelo tempo especificado. Qualquer taxa de avanço F previamente programada ou a velocidade S do fuso continuam válidas.

Programação

G4 F...	; Tempo de espera em segundos
G4 S...	; Tempo de espera em giros do fuso

Exemplo de programação

```
N5 G1 F200 Z-50 S300 M3      ; Avanço F; velocidade S do fuso
N10 G4 F2.5                  ; Tempo de espera 2,5 segundos
N20 Z70
N30 G4 S30                   ; Espera 30 revoluções do fuso, corresponde a S=300
                             rpm e 100% do override de velocidade a: t=0,1 min
N40 X60                      ; A velocidade de avanço e do fuso permanece efetiva
M30
```

Indicação

G4 S.. será possível apenas se estiver disponível um fuso controlado (se as especificações de velocidade também forem programadas via S...).

1.4 Movimentos do fuso

1.4.1 Estágios de marcha

Função

Até 5 estágios de marcha podem ser configurados para um fuso quanto à adaptação velocidade / torque. A seleção de gama ocorre no programa por meio de comandos M (consulte a seção "Função diversificada M (Página 91)"):

- M40 Seleção automática de gama
- M41 a M45: Gama 1 a 5

1.4.2 Velocidade S do fuso, direções de rotação

Funcionalidade

A velocidade do fuso é programada em revoluções por minuto mediante o endereço S desde que a máquina possua um fuso controlado.

A direção de rotação e o início ou o final do movimento são especificados via comandos M (consulte também a seção "Função diversificada M (Página 91)").

M3: Fuso no sentido horário

M4: Fuso no sentido anti-horário

M5: Parada do fuso

Indicação

Para valores S inteiros, o ponto decimal pode ser omitido, por exemplo, S270.

Informações

Se escrever M3 ou M4 em um **bloco com movimentos do eixo**, os comandos M tornam-se ativos **antes** dos movimentos do eixo.

Configurações padrão: Os movimentos do eixo são iniciam depois que o fuso acelerou e atingiu a velocidade (M3, M4). M5 é emitido também antes do movimento do eixo. Entretanto, não há espera para parada do fuso. Os movimentos do eixo começam antes da parada do fuso.

O fuso é parado no final do programa ou com RESET.

No início do programa, velocidade de fuso zero (S0) está em efeito.

Indicação

Outros ajustes podem ser configurados por meio dos dados da máquina.

Exemplo de programação

```
N10 G1 X70 Z20 F300 S270 M3     ; Antes do movimento do eixo X, Z, o fuso acelera a
                                270 rpm, no sentido horário
N80 S450                        ; Mudança da velocidade
N170 G0 Z180 M5                 ; movimento Z, o fuso para
```

1.4.3 Posicionamento do fuso: SPOS

Funcionalidade

Requisito: O fuso deve ser tecnicamente projetado para controle de posição.

Com a função SPOS= pode-se posicionar o fuso em uma **posição angular** específica. O fuso é mantido na posição por meio do controle de posição.

A **velocidade** do procedimento de posicionamento definido nos dados da máquina.

Com SPOS=*valor* a partir do movimento M3/M4, o respectivo **sentido de rotação** é mantido até o final do posicionamento. Quando posicionado a partir da parada, a posição é aproximada pela trajetória mais curta. O sentido resulta da respectiva posição de início e fim.

Exceção: Primeiro movimento do fuso, isto é, se o sistema de medição ainda não estiver sincronizado. Nesse caso, o sentido é especificado nos dados da máquina.

Outras especificações de movimento para o fuso são possíveis com SPOS=ACP(...), SPOS=ACN(...), ... como para os eixos rotativos.

O movimento do fuso ocorre em paralelo com qualquer outro movimento do eixo no mesmo bloco. O bloco é terminado quando ambos movimentos finalizaram.

Programação

SPOS=...	; Posição absoluta: 0 ... <360 graus
SPOS=ACP(...)	; Dimensões absolutas, posição de aproximação na direção positiva
SPOS=ACN(...)	; Dimensões absolutas, posição de aproximação na direção negativa
SPOS=IC(...)	; Dimensões incrementais, o sinal de orientação determina a direção transversal
SPOS=DC(...)	; Dimensões absolutas, posição de aproximação direta (na trajetória mais curta)

Exemplo de programação

```
N10 SPOS=14.3                  ; Posição do fuso 14,3 graus
N80 G0 X89 Z300 SPOS=25,6      ; Posicionamento do fuso com movimento de eixo
                               Este bloco é terminado quando todos os movimentos
                               finalizaram
N81 X200 Z300                  ; O bloco N81 só começa quando a posição do fuso de
                               N80 é atingida
```

1.5 Suporte à programação de contorno

1.5.1 Programação da definição de contorno

Funcionalidade

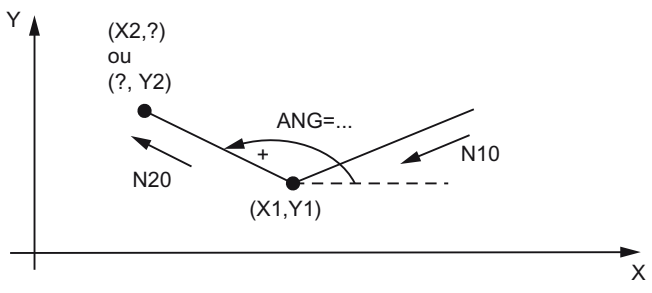
Se os pontos final para o contorno não forem diretamente especificados no desenho de usinagem, também é possível usar uma especificação de ângulo ANG=... para determinar a linha reta. Em um canto do contorno, você pode inserir os elementos chanfro ou arredondamento. A respectiva instrução CHR= ... ou RND=... é escrita no bloco, a qual leva ao canto.

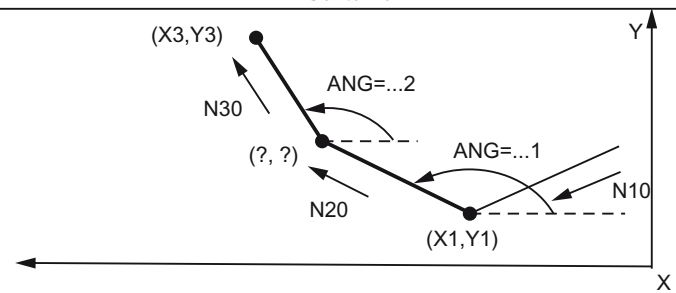
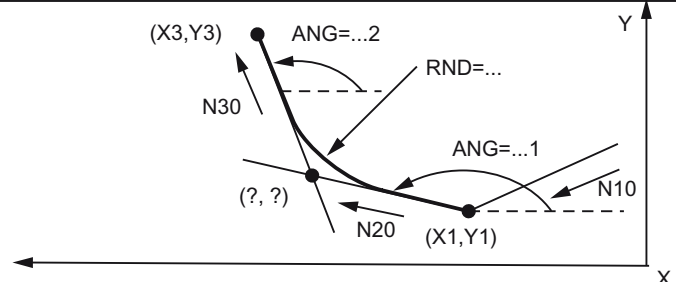
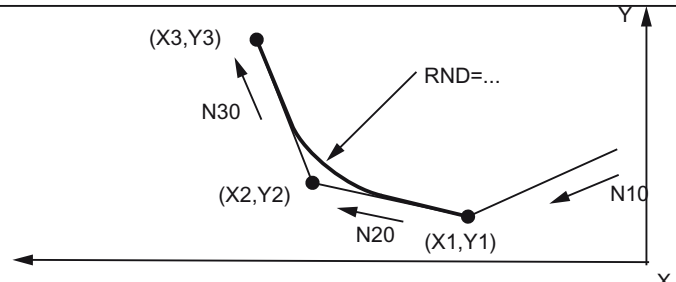
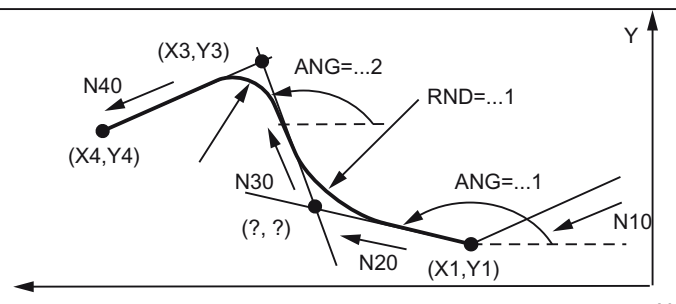
A programação de esquema pode ser usada em blocos com **G0 ou G1** (contornos lineares).

Teoricamente, qualquer número de blocos de linha reta pode ser conectado e um arredondamento ou um chanfro pode ser inserido entre eles. Toda e qualquer linha reta deve ser claramente identificada por valores de ponto e/ou valores angulares.

Programação

```
ANG=...        ; Especificação de ângulo para a definição de uma linha reta
RND=...        ; Inserir arredondamento, valor: Raio do chanfro
CHR=...        ; Inserir chanfro, valor: Comprimento lateral do chanfro
```

Informações

A função de programação de esquema é executada no plano atual G17 a G19. Não é possível mudar de plano durante a programação de esquema.

Se estiverem programados raio e chanfro em um bloco, somente o raio será inserido independentemente da sequência de programação.

Ângulo ANG

Se apenas uma coordenada do ponto final do plano for conhecida para uma linha reta ou para contornos através de múltiplos blocos do ponto final cumulativo, um parâmetro de ângulo pode ser utilizado para definir unicamente a trajetória de linha reta. O ângulo é sempre em relação à abscissa do plano atual G17 a G19, por exemplo, para G17 no eixo X. Ângulos positivos são alinhados no sentido anti-horário.

Veja a ilustração a seguir da especificação de um ângulo para determinação de uma linha reta usando o exemplo do plano G17:

Contorno	Programação
	Ponto final em N20 nem sempre conhecido N10 G1 X1 Y1 N20 X2 ANG=... ou: N10 G1 X1 Y1 N20 Y2 ANG=... Os valores são apenas exemplos.

Veja a ilustração a seguir dos contornos de múltiplos blocos usando o exemplo do plano G17:

Contorno	Programação
	Ponto final no N20 desconhecido N10 G1 X1 Y1 N20 ANG=30 N30 X3 Y3 ANG=60 N40 M30 Os valores são apenas exemplos.
	Ponto final no N20 desconhecido, inserir contorno: N10 G1 X1 Y1 N20 ANG=30 RND=0.1 N30 X3 Y3 ANG=60 analógico Inserir um chanfro: N10 G1 X1 Y1 N20 ANG=30 CHR=0.1 N30 X3 Y3 ANG=60
	Ponto final no N20 desconhecido Inserir um contorno: N10 G1 X1 Y1 N20 Y2 X2 RND=0.5 N30 X3 Y3 analógico Inserir um chanfro: N10 G1 X1 Y1 N20 Y2 X2 CHR=0.2 N30 X3 Y3
	Ponto final no N20 desconhecido Inserir um contorno: N10 G1 X1 Y1 N20 ANG=30 RND=0.3 N30 X3 Y3 ANG=60 RND=0.3 N40 X4 Y4 analógico Inserir um chanfro N10 G1 X1 Y1 N20 ANG=30 CHR=0.3 N30 X3 Y3 ANG=60 CHR=0.3 N40 X2 Y4 N50 M30

1.5.2 Arredondamento, chanfro

Funcionalidade

Você pode inserir os elementos chanfro (CHF ou CHR) ou arredondamento (RND) em um canto do contorno. Se desejar arredondar vários cantos sequencialmente pelo mesmo método, use "Arredondamento modal" ["Modal rounding"] (RNDM).

Você pode programar a taxa de avanço do chanfro/arredondamento com FRC (não modal) ou FRCM (modal). Se não for programado FRC/FRCM, será aplicada a taxa de avanço F.

Programação

CHF=...	; Inserir chanfro, valor: Comprimento do chanfro
CHR=...	; Inserir chanfro, valor: Comprimento lateral do chanfro
RND=...	; Inserir arredondamento, valor: Raio do chanfro
RNDM=...	; Arredondamento modal:
	Valor >0: Raio do chanfro, arredondamento modal ativado (ON)
	Este arredondamento é inserido em todos os cantos do contorno.
	Valor = 0: Arredondamento modal desativado...
FRC=...	; Taxa de avanço não modal para chanfro/arredondamento
	Valor >0, taxa de avanço em mm/min (G94) ou mm/giro. (G95)
FRCM=...	; Taxa de avanço modal para chanfro/arredondamento
	Valor >0: Taxa de avanço em mm/min (G94) ou mm/giro. (G95),
	Taxa de avanço modal para chanfro/arredondamento ativada (ON)
	Valor = 0: Taxa de avanço modal para chanfro/arredondamento desativada (OFF)
	Aplica-se a taxa de avanço F ao chanfro/arredondamento.

Informações

As funções de chanfro/arredondamento são executadas nos planos atuais G17 a G19.

A proteção apropriada CHF= ... ou CHR=... ou RND=... ou RNDM=... é gravada no bloco com movimentos do eixo que conduzem ao canto.

O valor programado do chanfro e do arredondamento será automaticamente reduzido se o comprimento do contorno de um bloco envolvido for insuficiente.

Nenhum chanfro/arredondamento será inserido se

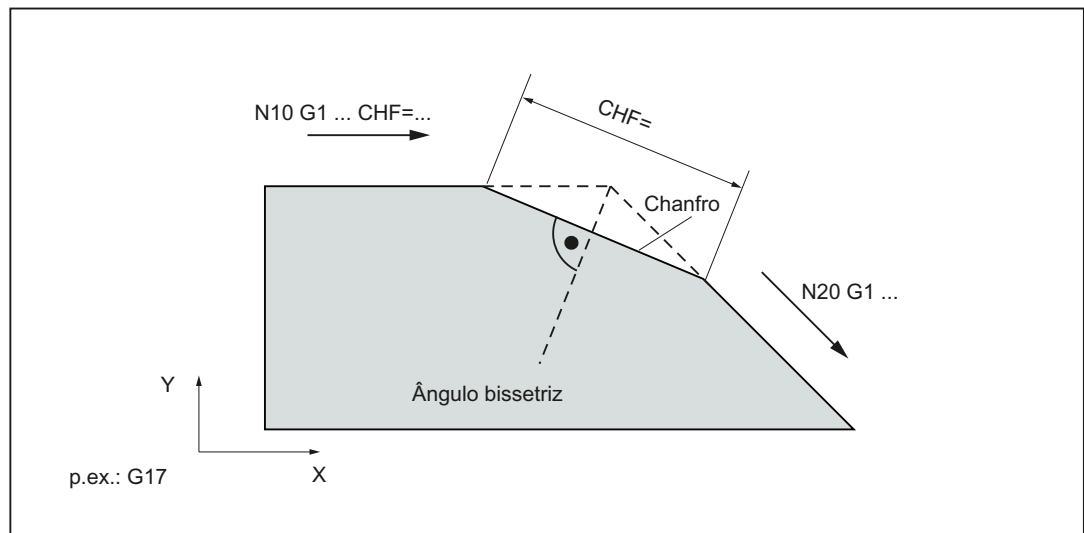
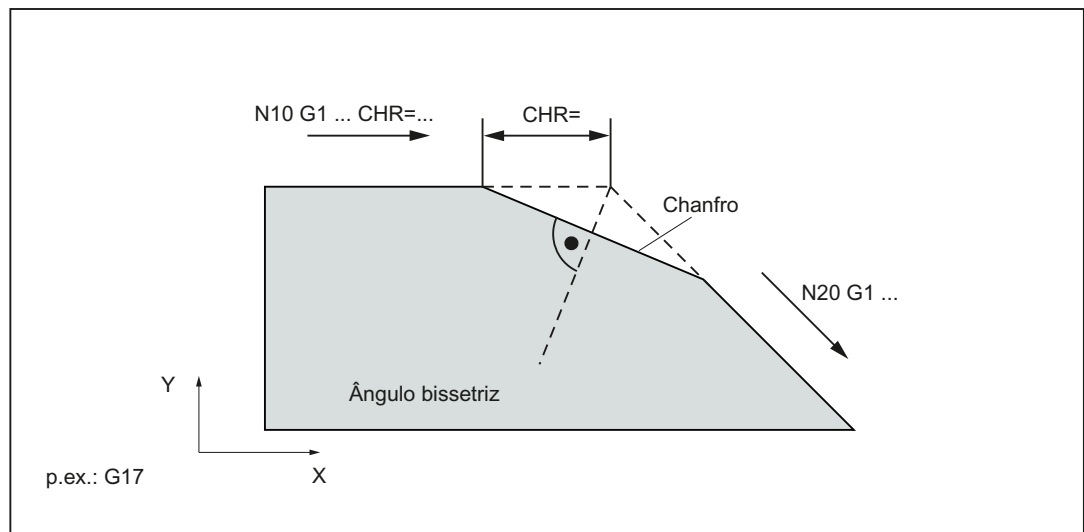
- mais de três blocos na conexão que estiverem programados não contiverem informação alguma para o movimento transversal do plano
- ou se for realizada uma modificação do plano.

F, FRC,FRCM não ficam ativos quando um chanfro for movimentado na transversal com G0.

Se a taxa de avanço F estiver ativa para chanfro/arredondamento, por padrão ela será o valor do bloco que leva ao afastamento do canto. Outros ajustes podem ser configurados por meio dos dados da máquina.

Chanfro CHF ou CHR

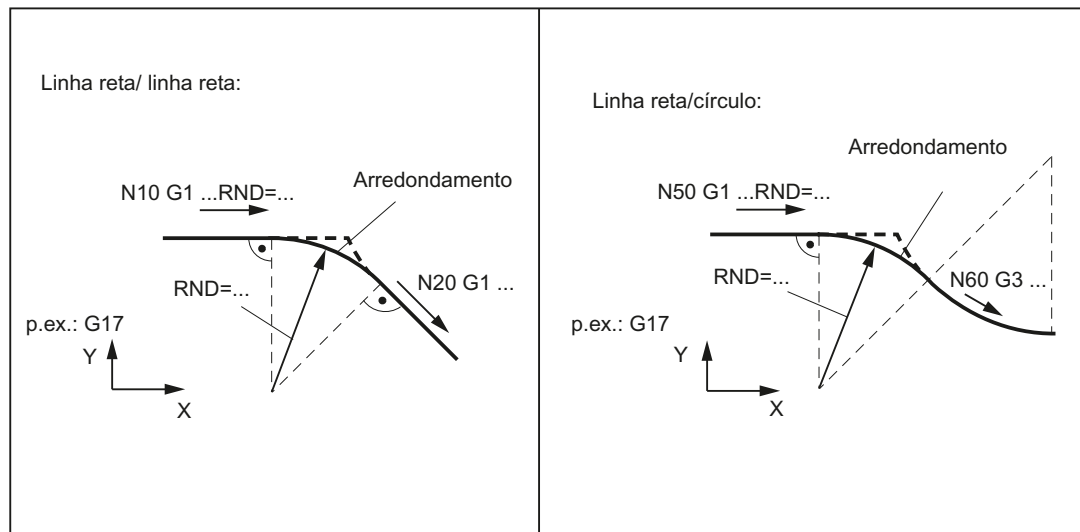
Um elemento de contorno linear é inserido entre contornos linear e de círculo em qualquer combinação. A aresta está partida.

Veja a ilustração a seguir da inserção de chanfro com CHF usando o exemplo: Entre duas linhas retas.

Veja a ilustração a seguir da inserção de chanfro com CHF usando o exemplo: Entre duas linhas retas.

Exemplos de programação de chanfro

```
N5 G17 G94 F300 G0 X100 Y100
N10 G1 X85 CHF=5              ; Inserir chanfro com comprimento de chanfro de
                              5 mm
N20 X70 Y70
N30 G0 X60 Y60
N100 G1 X50 CHR=7             ; Inserir chanfro com comprimento de chanfro de
                              7 mm
N110 X40 Y40
N200 G1 FRC=200 X30 CHR=4     ; Inserir chanfro com taxa de avanço FRC
N210 X20 Y20
M30
```

Arredondamento de RND ou RNDM

Um elemento de contorno circular pode ser inserido com conexão tangencial entre os **contornos linear e de círculo** em qualquer combinação.

Veja os exemplos a seguir de inserção de arredondamentos:

Exemplo de programação de arredondamento

```
N10 G17 G94 F300 G0 X100 Y100
N20 G1 X85 RND=8                    ; Inserir um arredondamento com raio de 8 mm,
                                    taxa de avanço F
N30 X70 Y70
N40 G0 X60 Y60
N50 G1 X50 FRCM= 200 RNDM=7.3       ; Arredondamento modal, raio de 7,3 mm com taxa
                                    de avanço especial FRCM (modal)
N60 G3 X40 Y40 CR=20                ; continuar inserindo este arredondamento - até
                                    N70
N70 G1 X30 Y30 RNDM=0               ; Arredondamento modal desativado (OFF)
N80 X20 Y20
N90 M30
```

1.6 Ferramenta e offset de ferramentas

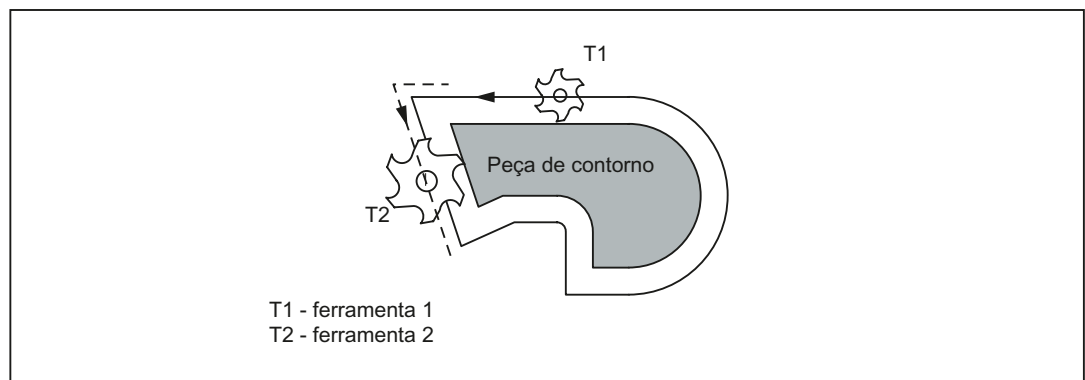
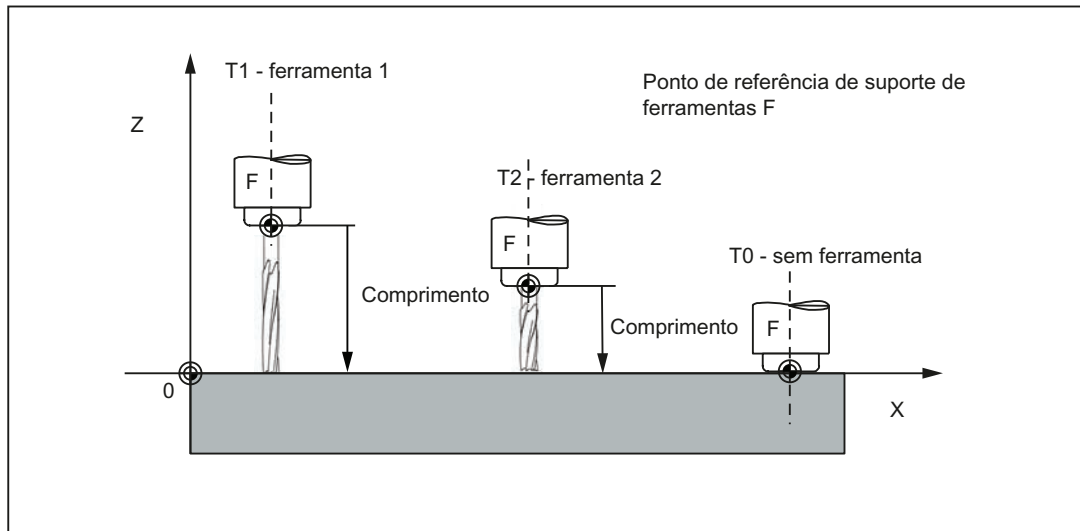
1.6.1 Informação Geral

Funcionalidade

Ao criar programas para a usinagem de peças, não é necessário levar em consideração o comprimento da ferramenta ou o raio da mesma. As dimensões da peça de trabalho são programadas diretamente, por exemplo, seguindo o desenho.

Os dados da ferramenta são inseridos separadamente em uma seção de dados especial.

Simplesmente chama-se a ferramenta requerida com seus dados de correção no programa e habilita-se a compensação de raio da ferramenta se necessário. O sistema de controle executa as compensações da trajetória necessárias com base nestes dados para a criação do objeto a usinar descrita.

Veja a ilustração a seguir de usinagem de uma peça com diferente raio de ferramenta:

Veja na ilustração a seguir a aproximação da posição da peça de trabalho Z0 - diferentes compensações de comprimento:

1.6.2 Ferramenta T

Funcionalidade

A seleção de ferramenta ocorre quando a palavra T é programada. Seja uma **troca de ferramenta** ou apenas uma **pré-seleção**, ela é definida nos dados da máquina:

- A troca de ferramenta (chamada de ferramenta) é realizada ou diretamente usando a palavra T ou
- A troca ocorre após a pré-seleção com a palavra T por uma instrução adicional **M6** (consulte também a seção "Função diversificada M (Página 91)").

Indicação

Se uma certa ferramenta foi ativada, ela permanece armazenada como uma ferramenta ativa mesmo além do final do programa e após desligar/ligar o sistema de controle.

Se trocar uma ferramenta manualmente, insira a troca também no sistema de controle para que o sistema de controle identifique qual a ferramenta correta. Por exemplo, é possível iniciar um bloco com a nova palavra T no modo MDA.

Programação

T... ; Número da ferramenta: 1 ... 32 000, T0 - nenhuma ferramenta

No máximo, 64 ferramentas poderão ser armazenadas no sistema de controle.

Exemplo de programação

```
; Troca de ferramenta sem M6:
N10 T1                              ; Ferramenta 1
N70 T588                            ; Ferramenta 588
; Troca de ferramenta com M6:
N10 T14                             ; Pré-selecionar ferramenta 14
N15 M6                              ; Executar troca de ferramenta; portanto, T14
                                    está ativa
```

1.6.3 Número da compensação de ferramenta D

Funcionalidade

É possível atribuir campos de dados 1 a 9 com diferentes blocos de deslocamento de ferramenta (para múltiplas bordas de corte) a uma ferramenta específica. Se uma ferramenta de corte especial for necessária, ela pode ser programada com D e o número correspondente.

Se nenhuma palavra D for escrita, D1 tem efeito **automaticamente**.

Quando **D0** é programado, correções para a ferramenta não têm **efeito**.

Programação

D... ; Número do deslocamento da ferramenta 1 ... 9,
D0: Nenhuma compensação ativa!

Poderão ser armazenados no máximo 64 campos de dados (números D) para blocos de deslocamento de ferramentas simultaneamente no sistema de controle:

Veja na ilustração a seguir exemplos de números de ferramenta de atribuição de compensação / ferramenta:

Cada ferramenta possui blocos de compensação separados - máx. 9.

Informações

As **compensações de comprimento de ferramenta** são efetivos **imediatamente** uma vez que a ferramenta estiver ativa - se nenhum número D foi programado - com os valores de D1.

A correção é aplicada com o primeiro movimento transversal programado do respectivo eixo de correção de comprimento. Observe qualquer G17 a G19 ativa.

Uma **compensação de raio de ferramenta** também deverá ser ativada por G41/G42.

Exemplo de programação

Troca de ferramenta **sem comando M6**(apenas com T):

```
N5 G17                 ; Determina o eixo de correção do comprimento (aqui eixo Z)
N10 T1                 ; A ferramenta 1 é ativada com o respectivo D1
N11 G0 Z...            ; Para G17, Z é o eixo de correção do comprimento, a
                       compensação de correção do comprimento é sobreposta
N50 T4 D2              ; Carregar a ferramenta 4, D2 de T4 fica ativo
...
N70 G0 Z... D1         ; D1 da ferramenta 4 ativa, apenas a aresta de corte trocada
```

Troca de ferramenta usando o comando M6:

```
N5 G17                 ; Determina o eixo de correção do comprimento (aqui eixo Z)
N10 T1                 ; Pré-seleção de ferramenta
...
N15 M6                 ; Troca de ferramenta, T1 está ativa com a D1 apropriada
N16 G0 Z...            ; Para G17, Z é o eixo de correção do comprimento, a
                       compensação de correção do comprimento é sobreposta
...
N20 G0 Z... D2         ; D2 para a ferramenta 1 está ativa; para G17, Z é o eixo de
                       correção do comprimento, a diferença da correção de
                       comprimento D1->D2 é sobreposta aqui
N50 T4                 ; Pré-seleção de ferramenta T4; obs.: T1 com D2 ainda está
                       ativa!
...
N55 D3 M6              ; Troca de ferramenta, T4 está ativa com a D3 apropriada
...
```

Conteúdo de uma memória de compensação

Inserir o seguinte na memória de correção:

- Dimensões geométricas: comprimento, raio.

  Elas consistem de vários componentes (geometria, desgaste). O controle computa os componentes a uma certa dimensão (por exemplo, comprimento global 1, raio total). A respectiva dimensão geral fica ativa quando a memória de compensação é ativada.

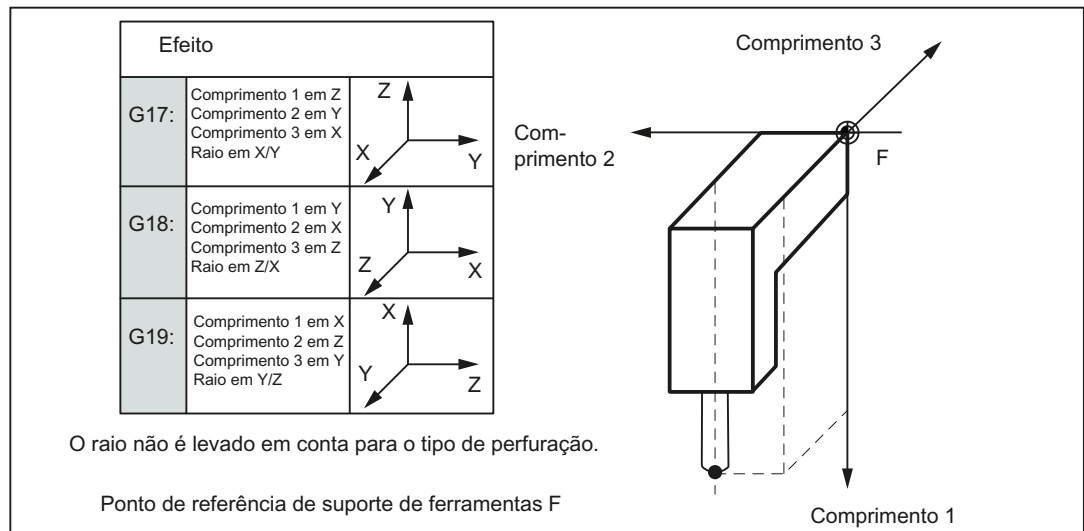
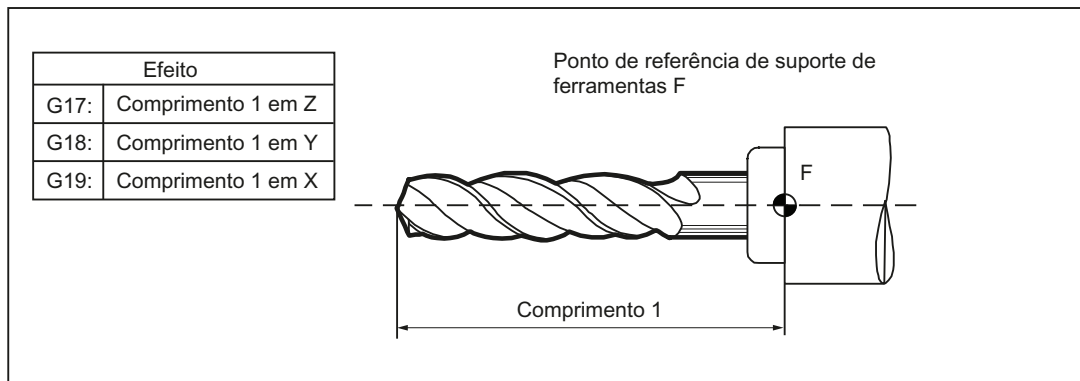
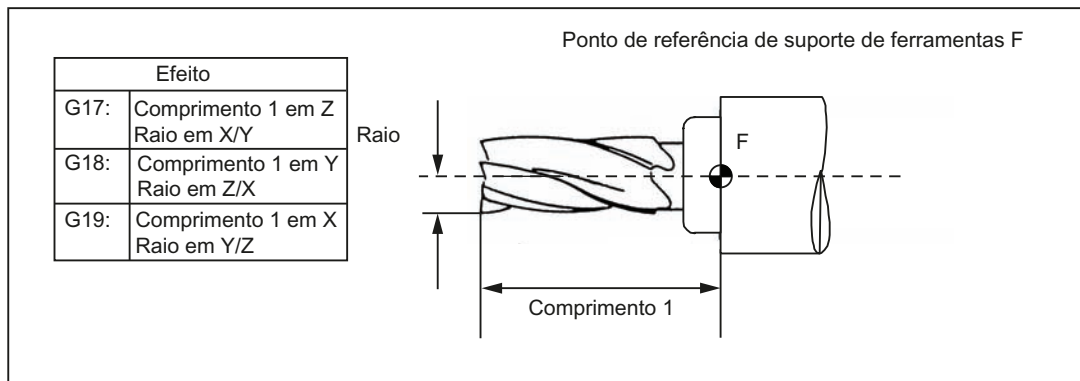
  Como esses valores são calculados nos eixos é determinado pelo tipo de ferramenta e os comandos G17, G18, G19 (veja ilustrações a seguir).

- Tipo de ferramenta

  O tipo de ferramenta (broca, cortador) define quais dados geométricos são necessários e como eles são considerados.

Casos especiais de ferramentas

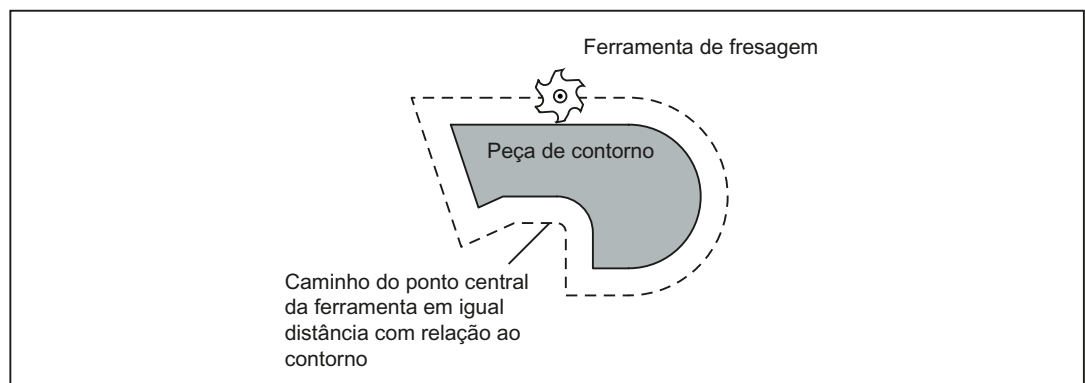
Para os tipos de ferramenta 'cortador' e 'broca', os parâmetros de comprimento 2 e comprimento 3 só são necessários para casos especiais (por exemplo, correção de comprimento multidimensional para uma construção angular da cabeça).

Veja na ilustração a seguir o efeito da compensação do comprimento da ferramenta - 3D (caso especial):

Veja na ilustração a seguir o efeito das correções com o tipo de ferramenta 'broca':

Veja na ilustração a seguir o efeito das correções com o tipo de ferramenta 'broca':

1.6.4 Seleção da compensação do raio da ferramenta: G41, G42

Funcionalidade

O sistema de controle está funcionando com a compensação de raio da ferramenta no plano selecionado G17 a G19.

Uma ferramenta com um número D correspondente deverá estar ativa. A compensação de raio da ferramenta é ativada por G41/G42. O sistema de controle calcula automaticamente as trajetórias de ferramenta equidistantes requeridas para o contorno programado para o respectivo raio da ferramenta atual.

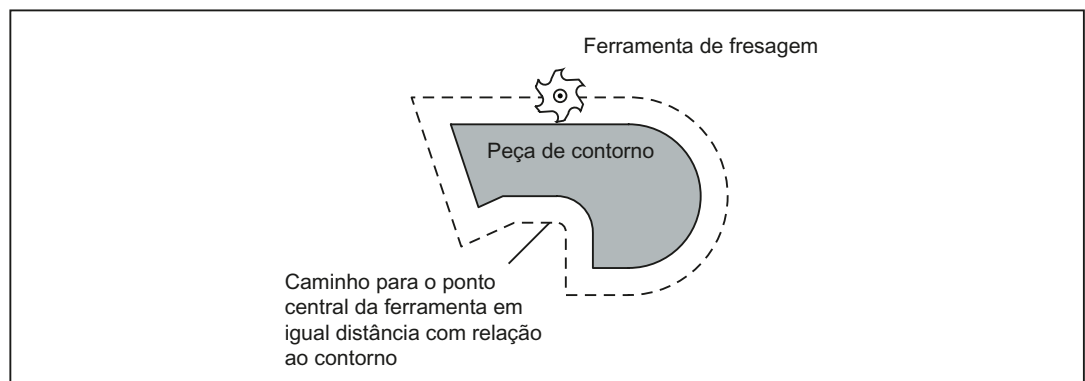
Veja na ilustração a seguir a compensação de raio da ferramenta:

Programação

G41 X... Y...	; Compensação do raio da ferramenta à esquerda do contorno
G42 X... Y...	; Compensação do raio da ferramenta à direita do contorno

Indicação

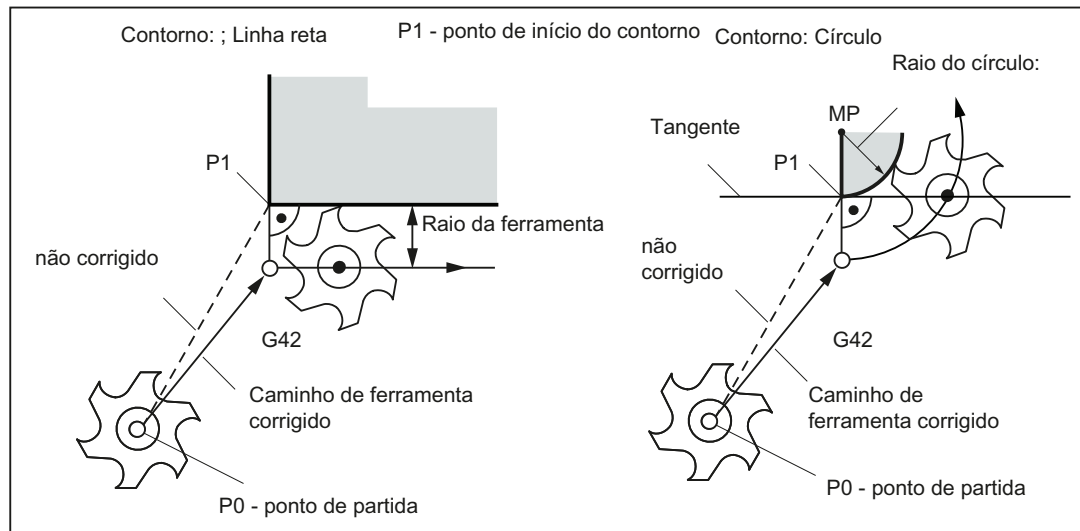
A seleção só pode ser feita para interpolação linear (G0, G1).

Programe ambos eixos do plano (por exemplo, com G17: X, Y). Se apenas um eixo for especificado, o segundo eixo será automaticamente concluído com o último valor programado.

Veja na ilustração a seguir a compensação à direita/esquerda do contorno

Início da compensação

A ferramenta desloca-se em linha reta diretamente para o contorno e é posicionada perpendicularmente à tangente da trajetória no ponto de início do contorno.

Selecione o ponto de início tal que seja garantido um curso sem colisão.

Veja na ilustração a seguir o início e a compensação de raio da ferramenta com G42 como exemplo:

A ponta da ferramenta movimenta-se em torno da esquerda da peça de trabalho quando a ferramenta funciona no sentido horário usando G41; a ponta da ferramenta desloca-se em torno da direita da peça quando a ferramenta funciona no sentido anti-horário usando G42.

Informações

Via de regra, o bloco com G41/G42 é seguido pelo bloco com o contorno do objeto a usinar. A descrição de contorno, entretanto, pode ser interrompida por 5 blocos dispostos entre eles e não contêm nenhuma especificação para a trajetória do contorno no plano.

Exemplo de programação

```
N10 T1
N20 G17 D2 F300               ; Número de corretor 2, avanço 300 mm/min
N25 X0 Y0                     ; P0 - ponto de origem
N30 G1 G42 X11 Y11            ; Seleção à direita do contorno, P1
N31 X20 Y20                   ; Contorno de início, círculo ou linha reta
M30
```

Após a seleção, é também possível executar blocos que contêm movimentos de avanço ou saídas M:

```
N20 G1 G41 X11 Y11            ; Seleção à esquerda do contorno
N21 Z20                       ; Movimento de avanço
N22 X20 Y20                   ; Contorno de início, círculo ou linha reta
```

1.6.5 Comportamento do canto: G450, G451

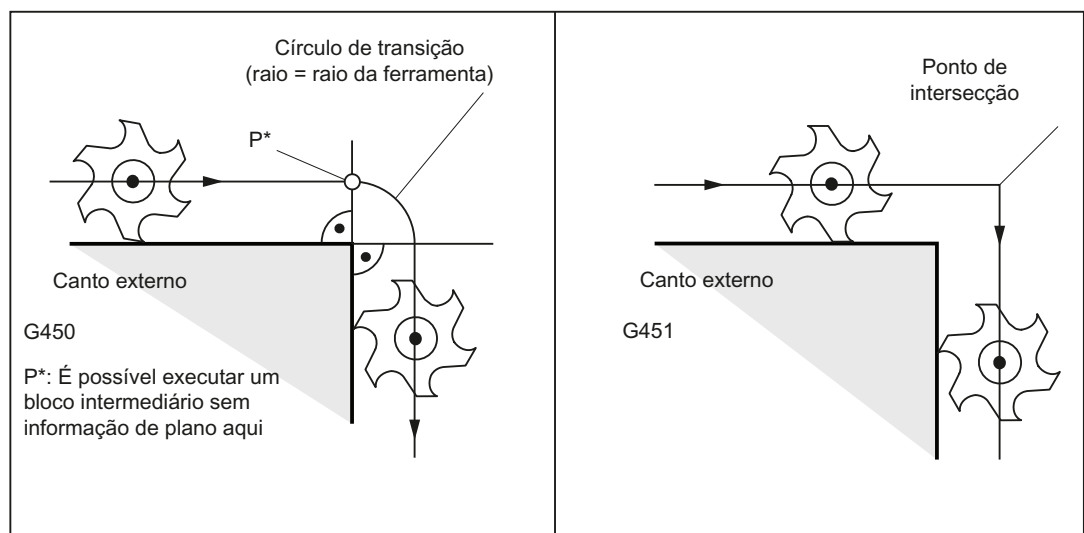
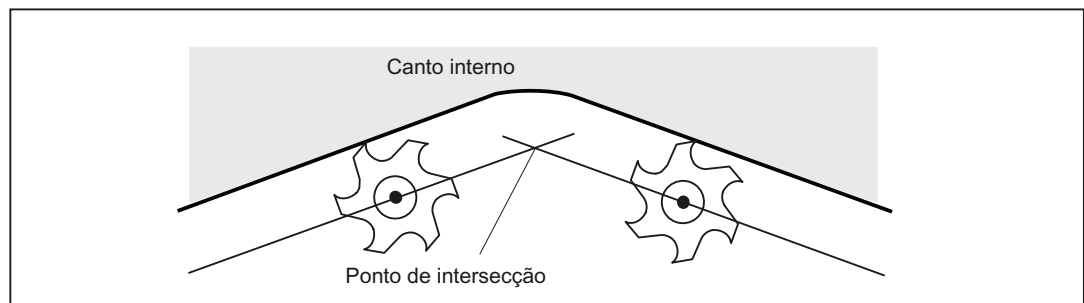
Funcionalidade

Usando as funções G450 e G451, pode-se definir o comportamento para uma transição não contínua de um elemento de contorno (comportamento de canto) quando G41/G42 está ativa.

Cantos internos e externos são detectados pelo próprio sistema de controle. Para cantos internos, sempre se aproxima da interseção das trajetórias equidistantes.

Programação

G450	; Círculo de transição
G451	; Ponto de intersecção

Veja na ilustração a seguir para comportamento de canto em um canto externo:

Veja na ilustração a seguir para comportamento de canto em um canto interno:

Círculo de transição G450

O ponto central da ferramenta movimenta-se ao redor do canto externo do objeto a usinar em um arco com o raio da ferramenta.

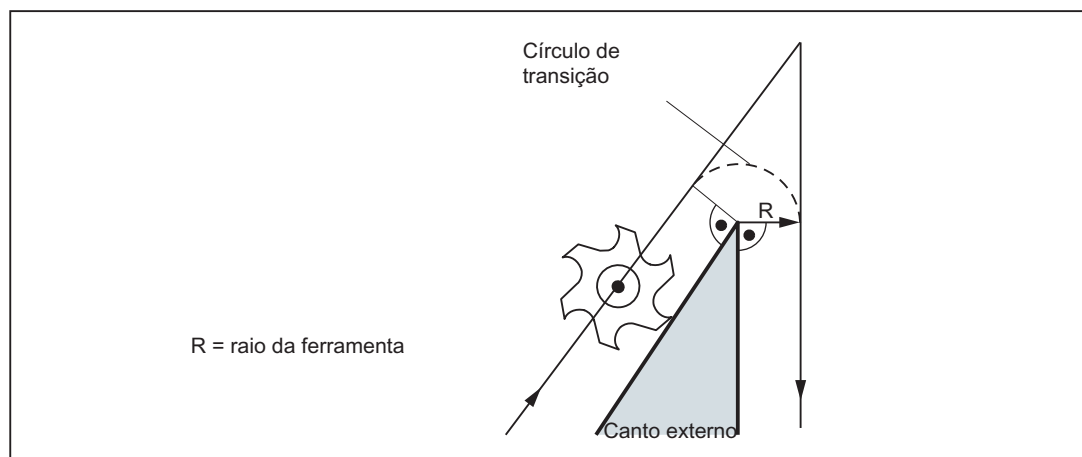
Em vista dos dados, por exemplo, no que tange ao valor da taxa de avanço, o círculo de transição pertence ao próximo bloco que contenha movimentos transversais.

Ponto de interseção G451

Para uma interseção G451 das trajetórias equidistantes, é feita aproximação do ponto (intersecção) resultante do ponto central das trajetórias do ponto central da ferramenta (círculo ou linha reta).

Com ângulos de contorno agudos e ponto de intersecção ativo, dependendo do raio da ferramenta, movimentos ociosos desnecessários poderiam resultar para a ferramenta.

Nesse caso, o sistema de controle muda automaticamente para o círculo de transição para este bloco se um certo valor de ajuste de ângulo (100°) for atingido.

Veja na ilustração a seguir para ângulo de contorno agudo e mudança para círculo de transição:

1.6.6 Compensação do raio da ferramenta desativado (OFF): G40

Funcionalidade

A seleção do modo de compensação (G41/G42) é desfeita com G40. G40 também é a posição de ativação no início do programa.

A ferramenta termina o **bloco na frente de G40** na posição normal (vetor de compensação verticalmente à tangente no ponto final);

Se G40 estiver ativa, o ponto de referência é o ponto central da ferramenta. Subsequentemente, ao desabilitar, a ponta da ferramenta aproxima-se do ponto programado.

Sempre selecione o ponto final do bloco G40 de forma a garantir um movimento transversal livre de colisões!

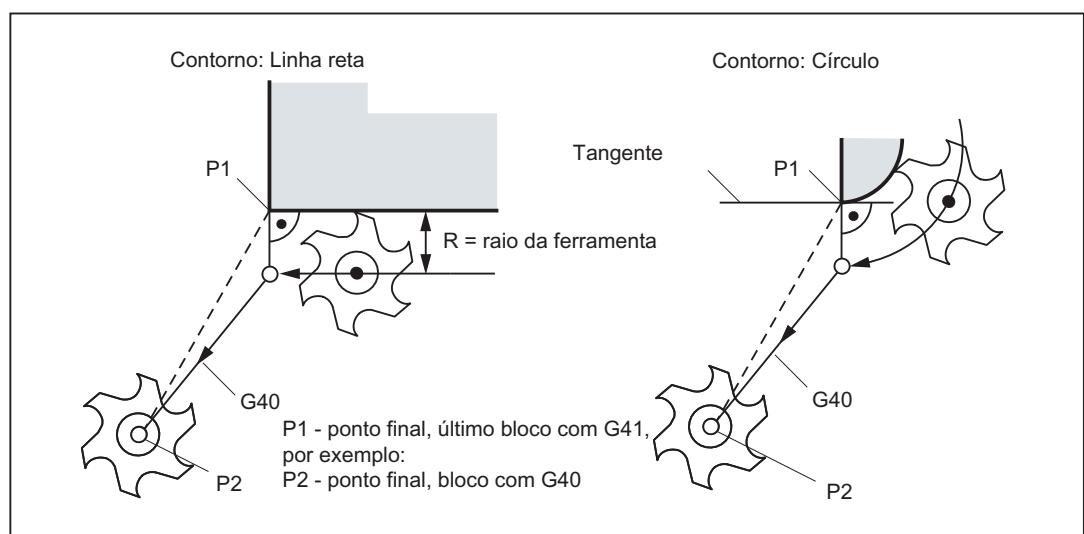
Programação

G40 X... Y... ; Compensação do raio da ferramenta desativado (OFF)

Indicação

A seleção do modo de compensação só pode ser desfeita com interpolação linear (G0, G1).

Programe ambos eixos do plano (por exemplo, com G17: X, Y). Se apenas um eixo for especificado, o segundo eixo será automaticamente concluído com o último valor programado.

Veja a ilustração a seguir para sair da compensação de raio:

Exemplo de programação

```
N10 G0 X20 Y20 T1 D1 M3 S500
N20 G41 G1 X10 Y10 F100
N30 G2 X20 Y20 CR=20          ; Último bloco do contorno, círculo ou linha
                              reta, P1
N40 G40 G1 X10 Y10            ; Desativar a compensação de raio da ferramenta,
                              P2
N50 M30
```

1.6.7 Casos especiais da compensação de raio da ferramenta

Repetição da compensação

A mesma compensação (por exemplo, G41 -> G41) pode ser programada mais uma vez sem escrever G40 entre esses comandos.

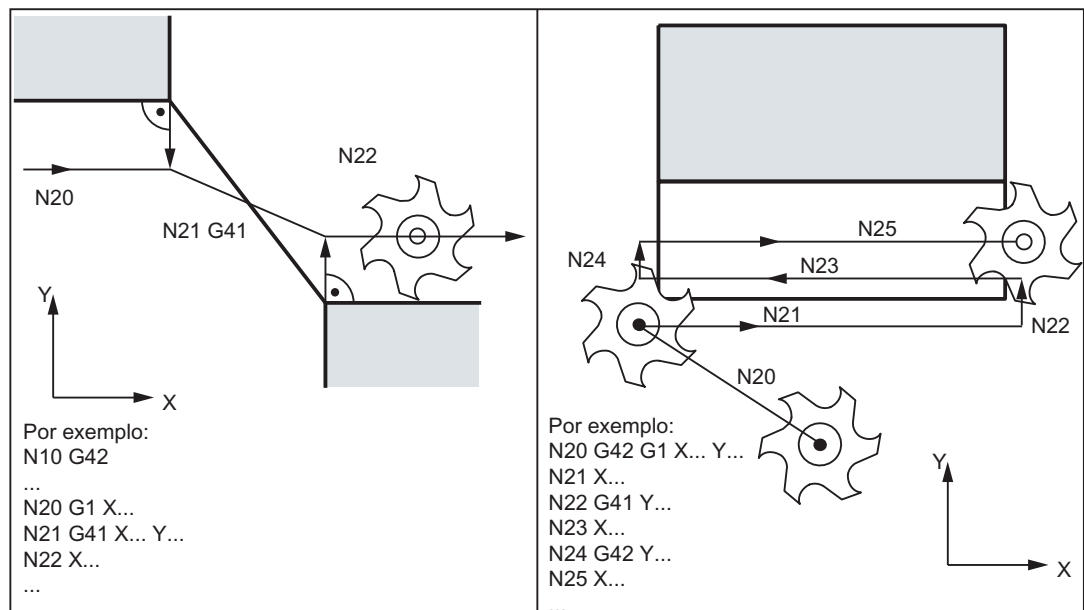
O último bloco na frente da nova chamada de compensação termina com a posição normal do vetor compensação no ponto final. A nova compensação é realizada como um início de compensação (comportamento como descrito para mudança na direção da compensação).

Mudança do número de corretor

O número de deslocamento D pode ser alterado no modo de compensação. Um raio da ferramenta modificado fica ativo com efeito a partir do bloco no qual o novo número D é programado. Sua modificação completa só é obtida no final do bloco. Em outras palavras: A modificação é movimentada na transversal continuamente sobre o bloco todo também para interpolação circular.

Mudança da direção da compensação

A direção de compensação G41 <-> G42 pode ser mudada sem escrever G40.

O último bloco com a direção de compensação antiga terminará na posição final normal do vetor de compensação no ponto final. A nova compensação é executada como um início de compensação (ajuste-padrão no ponto de partida).

Cancelamento da compensação por M2

Se o modo de compensação for cancelado usando M2 (fim de programa) sem escrever o comando G40, o último bloco com coordenadas do plano (G17 a G19) terminará na posição normal do vetor compensação. **Nenhum** movimento de compensação é executado. O programa termina com esta posição de ferramenta.

Casos críticos de usinagem

Ao programar, preste atenção aos casos em que o curso do contorno é menor do que o raio da ferramenta;

Esses casos devem ser evitados.

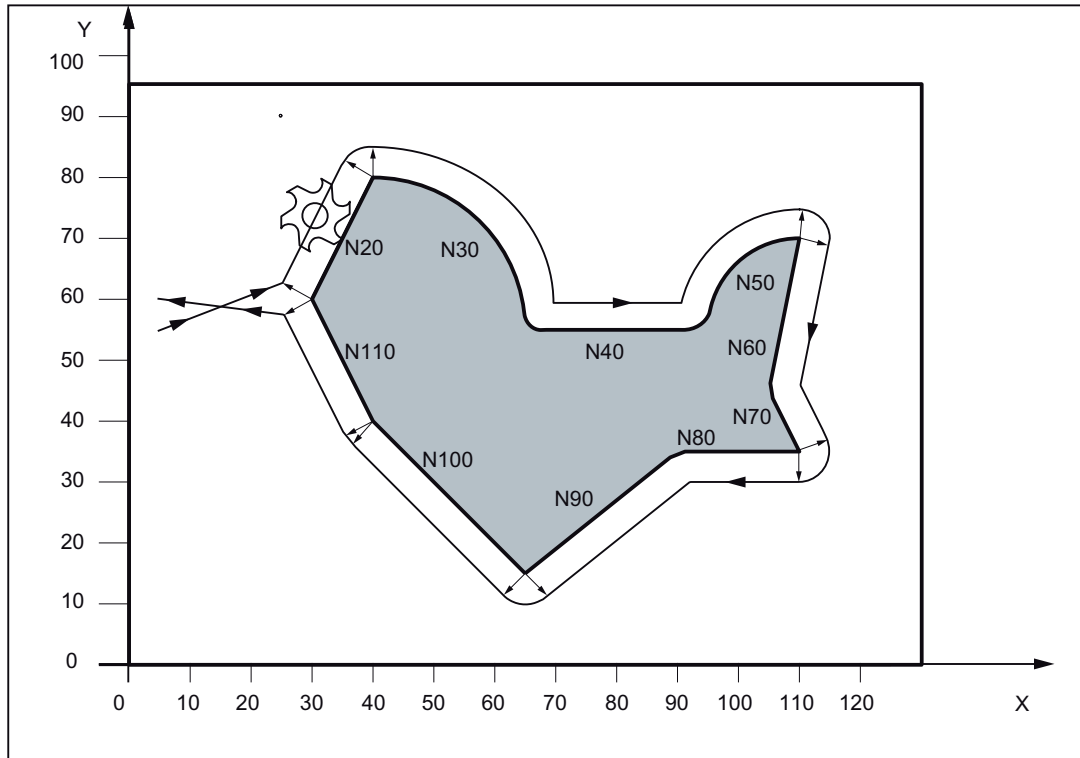
Verifique também sobre vários blocos cujo contorno não contenha "gargalos".

Ao realizar uma execução de teste/seca, use o maior raio de ferramenta oferecido.

Ângulos agudos do contorno

Se ocorrerem cantos externos muito vivos com a interseção G451, o sistema de controle muda automaticamente para círculo de transição. Isso evita longos movimentos ociosos.

1.6.8 Exemplo de compensação do raio da ferramenta

Veja na ilustração a seguir exemplo de compensação de raio da ferramenta:

Exemplo de programação

```
N1 T1                         ; Ferramenta 1 com correção D1
N5 G0 G17 G90 X5 Y55 Z50      ; Ponto de origem da aproximação
N6 G1 Z0 F200 S80 M3
N10 G41 G450 X30 Y60 F400     ; Compensação à esquerda do contorno, círculo de
                              transição
N20 X40 Y80
N30 G2 X65 Y55 I0 J-25
N40 G1 X95
N50 G2 X110 Y70 I15 J0
N60 G1 X105 Y45
N70 X110 Y35
N80 X90
N90 X65 Y15
N100 X40 Y40
N110 X30 Y60
N120 G40 X5 Y60               ; Encerrar modo de compensação
N130 G0 Z50 M2
```

1.7 Função diversificada M

Funcionalidade

A função diversificada M inicia operações de comutação, tais como "Refrigerante ativado/desativado" ("Coolant ON/OFF") e outras funções.

Uma funcionalidade fixa já foi atribuída a diversas funções M pelo fabricante CNC. As funções ainda sem funções fixas atribuídas estão reservadas para uso livre do fabricante da máquina.

Indicação

Uma visão geral das funções diversas M usadas e reservadas no sistema de controle podem ser encontradas na seção "Visão geral das instruções".

Programação

M... ;Máx. 5 funções M por bloco

Efeito

Ativação nos blocos com movimentos do eixo:

Se as funções **M0, M1, M2** estão contidos em um bloco com movimentos transversais dos eixos, essas funções M se tornam efetivas **após os movimentos transversais.**

As funções M3, M4, M5 são geradas à interface interna (PLC) antes dos movimentos transversais. Os movimentos dos eixos somente iniciam uma vez que o fuso controlado tenha aumentado para M3, M4. Para M5, entretanto, a parada do fuso não é esperada. Os movimentos dos eixos já iniciam antes da parada do fuso (configuração-padrão).

As funções M restantes são geradas ao PLC com os movimentos transversais.

Se você deseja programar uma função M diretamente antes ou depois de um movimento de eixo, insira um bloco separado com esta função M.

Indicação

A função M interrompe o modo trajetória contínua G64 e gera uma parada exata:

Exemplo de programação

```
N10 S1000
N20 X10 M3 G1 F100          ;função M no bloco com movimento de eixo, o fuso
                            acelera antes do movimentos de eixos X
N30 M78 M67 M10 M12 M37     ;Máx. 5 funções M por bloco
M30
```

Indicação

Além das funções M e H, as funções T, D, e S podem também ser transferidas ao PLC (controlador lógico programável). Ao todo, é possível gerar no máximo 10 funções em um bloco.

1.8 Função H

Funcionalidade

Com funções H, dados de ponto flutuante (tipo de dados REAL - como com parâmetros aritméticos, consulte a seção"Parâmetro aritmético R (Página 93) ") podem ser transferidos do programa para o PLC.

O significado dos valores para uma dada função H é definido pelo fabricante da máquina.

Programação

H0=... a H9999=... ;Máx. 3 funções H por bloco

Exemplo de programação

```
N10 H1=1.987 H2=978.123 H3=4      ;3 funções H no bloco
N20 G0 X71.3 H99=-8978.234        ;Com movimentos de eixos no bloco
N30 H5                            ;Correspondem a H0=5.0
```

Indicação

Além das funções M e H, as funções T, D, e S podem também ser transferidas ao PLC (controlador lógico programável). Ao todo, são possíveis gerar no máximo 10 funções desse tipo em um bloco de programa de peça.

1.9 Parâmetros aritméticos, variáveis LUD e CLP

1.9.1 Parâmetro aritmético R

Funcionalidade

Os parâmetros aritméticos são usados se um programa NC não é o único válido para valores atribuídos uma vez, ou se você deve calcular os valores. Os valores solicitados podem ser configurados pelo sistema de controle durante a execução do programa.

Outra possibilidade consiste em configurar os valores de parâmetro aritmético de entrada pelo operador. Se os valores foram atribuídos aos parâmetros aritméticos, eles podem ser atribuídos a outros endereços de variável de configuração no programa.

Programação

R0=... a R299=...	;Valores atribuídos aos parâmetros aritméticos
R[R0]=...	;Programação indireta Atribuição de um valor ao parâmetro aritmético R, cujo número pode ser encontrado, por exemplo, em R0
X=R0	;Atribuição de parâmetro aritmético ao endereço NC, por exemplo, para o eixo X

Atribuições de valor

Você pode atribuir valores na seguinte faixa de parâmetros R:

±(0.000 0001 ... 9999 9999)
(8 casas decimais, sinal aritmético e ponto decimal)

O ponto decimal pode ser omitido para valores inteiros. Um sinal positivo poderá ser omitido.

Exemplo:

R0=3.5678 R1=-37.3 R2=2 R3=-7 R4=-45678.123

Use a **notação exponencial** para atribuir uma faixa estendida de números:

± (10^{-300} ... 10^{+300})

O valor do expoente é escrito após os caracteres **EX**; número total máximo de caracteres: 10 (incluindo sinal de orientação e ponto decimal)

Faixa de valores de EX: -300 a +300

Exemplo:

```
R0=-0.1EX-5             ;Significado: R0 = -0,000 001
R1=1,874EX8             ;Significado: R1 = 187 400 000
```

Indicação

Pode haver várias atribuições em um bloco, incl. atribuições de expressões aritméticas.

Atribuições a outros endereços

A flexibilidade de um programa NC reside na atribuição desses parâmetros ou expressões aritméticos com parâmetros aritméticos para outros endereços NC. Valores, expressões aritméticas e parâmetros aritméticos podem ser atribuídos a todos os endereços; Exceção: endereços N, G, e L.

Quando da atribuição, escreva o sinal " = " após o caractere de endereço. É possível também haver uma atribuição com um sinal de subtração.

É necessário um bloco separado para atribuições a endereços de eixo (instruções de movimento transversal).

Exemplo:

```
N10 G0 X=R2           ;Atribuição ao eixo X
```

Operações aritméticas/funções aritméticas

Quando operadores/funções aritméticas são usadas, é imperativo utilizar a notação matemática convencional. Prioridades de usinagem são definidas usando parêntesis. Caso contrário, multiplicação e divisão terão preferência sobre adição e subtração.

São usados graus para as funções trigonométricas.

Funções aritméticas permitidas: consulte a seção "Lista de instruções (Página 12)"

Exemplo de programação: Cálculo com parâmetros R

```
N10 R1= R1+1                       ;O novo R1 é calculado pelo R1 antigo mais 1
N20 R1=R2+R3 R4=R5-R6 R7=R8*R9 R10=R11/R12
N30 R13=SIN(25.3)                  ;R13 é igual ao seno de 25,3 graus
N40 R14=R1*R2+R3                   ;Multiplicação e divisão terão preferência
                                   sobre adição e subtração R14=(R1*R2)+R3
N50 R14=R3+R2*R1                   ;Resultado, o mesmo que o bloco N40
N60 R15=SQRT(R1*R1+R2*R2)          ;Significado:
N70 R1= -R1                        ;O novo R1 é o R1 negativo
```

Exemplo de programação: Atribuir parâmetros R aos eixos

```
R1=40 R2=10 R3=-20 R4=-45 R5=-30
N10 G1 G90 X=R1 Z=R2 F300              ;Blocos separados (blocos transversais)
N20 Z=R3
N30 X=-R4
N40 Z= SIN(25,3)-R5                    ;Com operações aritméticas
M30
```

Exemplo de programação: Programação indireta

```
N10 R1=5                              ;Atribuição direta do valor 5 a R1 (inteiro)
N20 G0 X R[R1]=27.123                 ;Atribua indiretamente o valor 27,123 a R5
M30
```

1.9.2 Local User Data (LUD, dados de usuário local)

Funcionalidade

O operador/programador (usuário) pode definir sua própria variável no programa a partir de vários tipos de dados (LUD = Local User Data). Estas variáveis estão disponíveis somente no programa no qual foram definidas. A definição ocorre imediatamente no início do programa e pode também estar associada à atribuição de um valor ao mesmo tempo. Do contrário, o valor inicial será zero.

O nome de uma variável pode ser definido pelo programador. A nomenclatura está sujeita às seguintes regras:

- Poderão ser usados no máximo 32 caracteres.
- É obrigatório usar letras para os dois primeiros caracteres; os caracteres restantes podem ser letras, sublinhado ou dígitos.
- Não use um nome já usado no sistema de controle (endereços NC, palavras-chave, nomes de programas, subrotinas, etc.).

Tipos de programação / dados

DEF BOOL varname1	;Boolean typ, valores: TRUE (=1), FALSE (=0)
DEF CHAR varname2	;Char type, caractere código ASCII 1: "a", "b", ...
	;Valor do código numérico: 0 ... 255
DEF INT varname3	;Tipo de inteiro, valores em número inteiro, faixa de valores de 32 bits:
	;-2 147 483 648 a +2 147 483 647 (decimal)
DEF REAL varname4	;Tipo real, número natural (como parâmetro aritmético R),
	;Faixa de valores: ±(0.000 0001 ... 9999 9999)
	;(8 casas decimais, sinal aritmético e ponto decimal) ou
	;Notação exponencial: ± (10 a potência de -300 ... 10 a potência de +300)
DEF STRING[comprimento da sequência de caracteres] varname41	; STRING type, [comprimento da sequência de caracteres]: Número máximo de caracteres

Cada tipo de dados requer sua própria linha de programa. No entanto, poderão ser definidas diversas variáveis do mesmo tipo em uma linha.

Exemplo:

```
DEF INT PVAR1, PVAR2, PVAR3=12, PVAR4      ;4 tipos de variáveis INT
```

Exemplo do tipo STRING com atribuição:

```
DEF STRING[12] PVAR="Hello"                ; Definir a variável PVAR com, no máximo,
                                           12 caracteres e atribui a sequência de
                                           carateres "Hello"
```

Campos

Além das variáveis individuais, poderão ser definidos também campos unidimensionais ou bidimensionais de variáveis desses tipos de dados:

```
DEF INT PVAR5[n]               ;Campo unidimensional, tipo INT, n: inteiro
DEF INT PVAR6[n,m]             ;Campo bidimensional, tipo INT, n, m: inteiro
```

Exemplo:

```
DEF INT PVAR7[3]               ;Campo com 3 elementos do tipo INT
```

Dentro do programa, os elementos individuais do campo poderão ser alcançados por meio de um índice do campo e poderão ser tratados como variáveis individuais. O índice do campo executa de 0 a uma pequena quantidade de elementos.

Exemplo:

```
N10 PVAR7[2]=24                ;Ao terceiro elemento do campo (com índice 2) é
                               atribuído o valor 24.
```

Atribuição de valor para o campo com a instrução SET:

```
N20 PVAR5[2]=SET(1,2,3)        ;Após o 3° elemento do campo, são atribuídos
                               diferentes valores.
```

Atribuição de valor para o campo com instrução REP:

```
N20 PVAR7[4]=REP(2)            ;Após o elemento [4] do campo - a todos é atribuído
                               o mesmo valor, neste caso, 2.
```

1.9.3 Leitura e gravação de variáveis PLC

Funcionalidade

Para permitir rapidez na troca de dados entre NC e PLC, existe uma área de dados especial na interface com o usuário do PLC, que tem 512 bytes de extensão. Nesta área, os dados PLC são compatíveis no tipo de dados e no deslocamento da posição. No programa NC, essas variáveis PLC compatíveis podem ser lidas ou gravadas.

Com essa finalidade, são fornecidas variáveis especiais do sistema:

$A_DBB[n]	;Byte de dados (valor de 8 bits)
$A_DBW[n]	;Palavra de dados (valor de 16 bits)
$A_DBD[n]	;Palavra dupla de dados (valor de 32 bits)
$A_DBR[n]	;Dados de REAL (valor de 32 bits)

"n" significa neste caso o deslocamento da posição (início da área de dados da variável) em bytes

Exemplo de programação

```
R1=$A_DBR[5]              ;Leitura de um valor REAL, deslocamento 5 (começa no byte 5
                          da série)
```

Indicação

A leitura de variáveis gera uma parada do pré-processamento (STOPRE interno).

Indicação

A gravação de tags PLC em geral é limitada a, no máximo, três tags (elementos).

Nos casos em que os tags PLC tiverem de ser gravados em sucessão rápida, será necessário um elemento por operação de gravação.

Se tiverem de ser executadas mais operações do que elementos disponíveis, será necessária a transferência de blocos (poderá ser acionada uma parada do pré-processamento).

Exemplo:

```
$A_DBB[1]=1 $A_DBB[2]=2 $A_DBB[3]=3

STOPRE

$A_DBB[4]=4
```

1.10 Saltos do programa

1.10.1 Saltos incondicionais do programa

Funcionalidade

Os programas NC processam seus blocos na sequência em que estavam dispostos quando foram gravados.

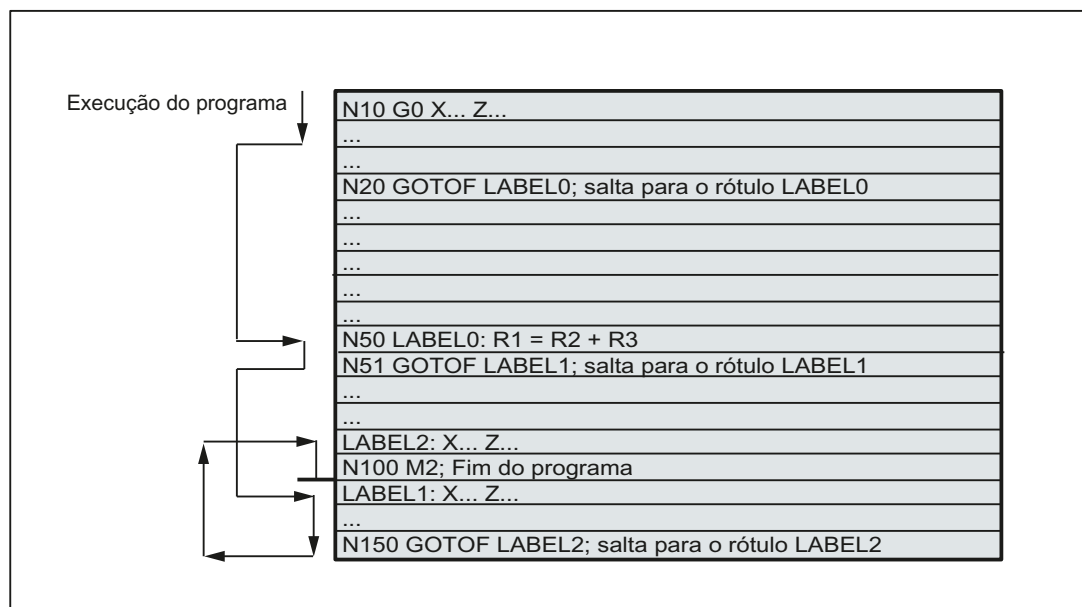
A sequência de processamento pode ser modificada pela introdução de saltos do programa.

Ol destino do salto pode ser um bloco com um **rótulo** ou com um **número de rótulo**. Este bloco deve estar localizado dentro do programa.

uma instrução de salto incondicional requer um bloco separado.

Programação

Rótulo GOTOF	;Salto para frente (na direção do último bloco do programa)
Rótulo GOTOB	;Salto para trás (na direção do primeiro bloco do programa)
Rótulo	;Sequência de caracteres selecionada para o rótulo (rótulo de salto) ou número do bloco

Veja a ilustração a seguir para saltos condicionais usando um exemplo:

1.10.2 Conditional program jumps

Funcionalidade

As **condições do salto** são formuladas após a **instrução IF**. Se for satisfeita a condição do (**valor não zero**) do salto, ocorrerá o salto.

OI destino do salto pode ser um bloco com um **rótulo** ou com um **número de rótulo**. Este bloco deve estar localizado dentro do programa.

As instruções de salto condicional requerem um bloco separado. Várias instruções de salto condicional podem estar localizadas no mesmo bloco.

Com o uso de saltos condicionais do programa, é possível também encurtar de forma considerável o programa, se necessário.

Programação

Condição IF do rótulo GOTOF	;Salto para frente
Condição IF do rótulo GOTOB	;Salto para trás
GOTOF	;Salto para frente (na direção do último bloco do programa)
GOTOB	;Salto para trás (na direção do primeiro bloco do programa)
Rótulo	;Sequência de caracteres selecionada para o rótulo (rótulo de salto) ou número do bloco
IF	;Introdução da condição do salto
Condição	;Parâmetro aritmético, expressão aritmética para formulação da condição

Operações de comparação

Operadores	Significado
= =	Igual a
< >	Diferente de
>	maior que
<	menor que
> =	maior ou igual a
< =	menor ou igual a

as operações de comparação aceitam a formulação de uma condição de salto. Expressões aritméticas podem também ser comparadas.

O resultado das operações de comparação é "satisfied" (satisfeito) ou "not satisfied" não satisfeito "Not satisfied" define o valor como zero.

Exemplo de programação para operadores de comparação

```
R1>1                        ;R1 maior que 1
1 < R1                      ;1 menor que R1
R1<R2+R3                    ;R1 menor que R2 mais R3
R6>=SIN( R7*R7)             ; R6 maior ou igual a SIN (R7) elevado ao quadrado
```

Exemplo de programação

```
N10 IF R1 GOTOF LABEL1                 ;Se R1 não estiver nulo, vá para o bloco que
                                       tenha LABEL1
G0 X30 Y30
N90 LABEL1: G0 X50 Y30
N100 IF R1>1 GOTOF LABEL2              ;Se R1 for maior que 1, vá para o bloco que
                                       tenha LABEL2
G0 X40 Y40
N150 LABEL2: G0 X60 Y60
G0 X70 Y70
N800 LABEL3: G0 X80 Y80
G0 X100 Y100
N1000 IF R45==R7+1 GOTOB LABEL3        ;Se R45 for igual a R7 mais 1, vá para o
                                       bloco que tenha LABEL3
M30
Vários saltos condicionais no bloco:
N10 MA1: G0 X20 Y20
N15 G0 X0 Y0
N20 IF R1==1 GOTOB MA1 IF R1==2 GOTOF MA2
N30 G0 X10 Y10
N50 MA2: G0 X50 Y50
N60 M30
```

Indicação

O salto é executado para a primeira condição satisfeita.

1.10.3 Exemplo de programa para saltos

Tarefa

Pontos de aproximação em um segmento do círculo:

Condições para existência:

Ângulo inicial: 30° em R1

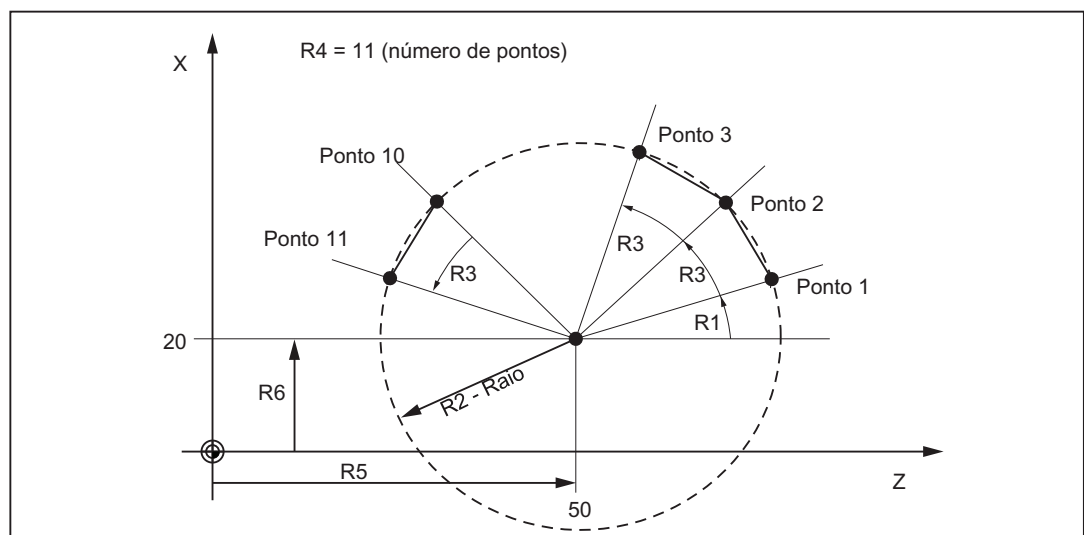
Raio do círculo: 32 mm em R2

Espaçamento da posição: 10° em R3

Número de pontos: 11 em R4

Posição do centro do círculo em Z: 50 mm em R5

Posição do centro do círculo em X: 20 mm em R6

Veja a ilustração a seguir para aproximação linear de pontos em um segmento circular:

Exemplo de programação

```
N10 R1=30 R2=32 R3=10 R4=11 R5=50 R6=20    ;Atribuição de valores iniciais
N20 MA1: G0 Z=R2*COS (R1)+R5               ;Cálculo e atribuição aos endereços de
X=R2*SIN(R1)+R6                            eixos
N30 R1=R1+R3 R4= R4-1
N40 IF R4 > 0 GOTOB MA1
N50 M2
```

Explicação

No bloco N10, as condições iniciais são atribuídas aos parâmetros aritméticos correspondentes. O cálculo das coordenadas em X e Z e no processamento ocorre em N20.

No bloco N30, R1 é incrementado pelo ângulo de incidência R3, e R4 é decrementado por 1.

Se R4 > 0, N20 será executado novamente; caso contrário, N50 com Fim do programa.

1.10.4 Destinos de salto para saltos de programa

Funcionalidade

Um **rótulo** ou um **número de bloco** serve para marcar blocos como destinos de salto para saltos de programa. Saltos de programa podem ser usados para ramificação até a sequência do programa.

Os rótulos podem ser livremente selecionados, mas devem conter um mínimo de 2 e um máximo de 8 letras ou números, dos quais os **dois primeiros caracteres devem ser letras** ou caracteres de sublinhado.

Os rótulos que estiverem no bloco que serve de destino do salto são **terminados pelo sinal de dois pontos**. Eles ficam sempre no início de um bloco. Se houver presente também um número de bloco, o rótulo ficará localizado **após o numero do bloco**.

Os rótulos devem ser exclusivos dentro de um programa.

Exemplo de programação

```
N10 LABEL1: G1 X20 F100         ;LABEL1 é o rótulo, destino do salto
N20 G0 X10 Y10
TR789: G0 X10 Z20               ;TR789 é o rótulo, destino do salto
N30 G0 X30 Z30                  - Nenhum número de bloco existente
N100 G0 X40 Z40                 ;O número do bloco pode ser o alvo do salto
M30
```

1.11 Técnica de sub-rotina

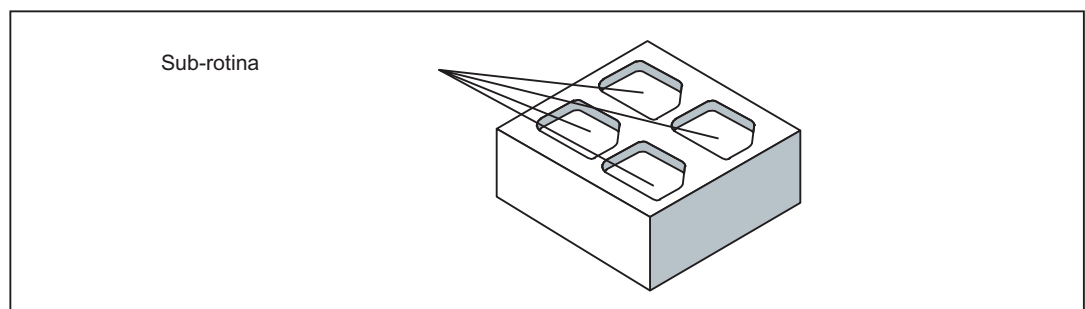
1.11.1 Informação Geral

Aplicações

Basicamente, não há diferença entre um programa principal e uma sub-rotina.

Frequentemente, sequências de usinagem recorrentes são armazenadas em sub-rotinas, por exemplo, determinadas formas de contorno. Essas sub-rotinas são chamadas nos locais apropriados no programa principal e, em seguida, executadas.

Uma forma de uma sub-rotina é o **ciclo de usinagem**. Os ciclos de usinagem contêm casos de usinagem geralmente válidos (por exemplo, perfuração, abertura de rosca interna, corte de ranhura, etc.). Com a atribuição de valores por meio de parâmetros de transferência inclusos, é possível adaptar a subrotina à aplicação específica do operador.

Veja a ilustração a seguir para exemplo de uso de um sub-rotina para uma peça de trabalho quatro vezes:

Configurar

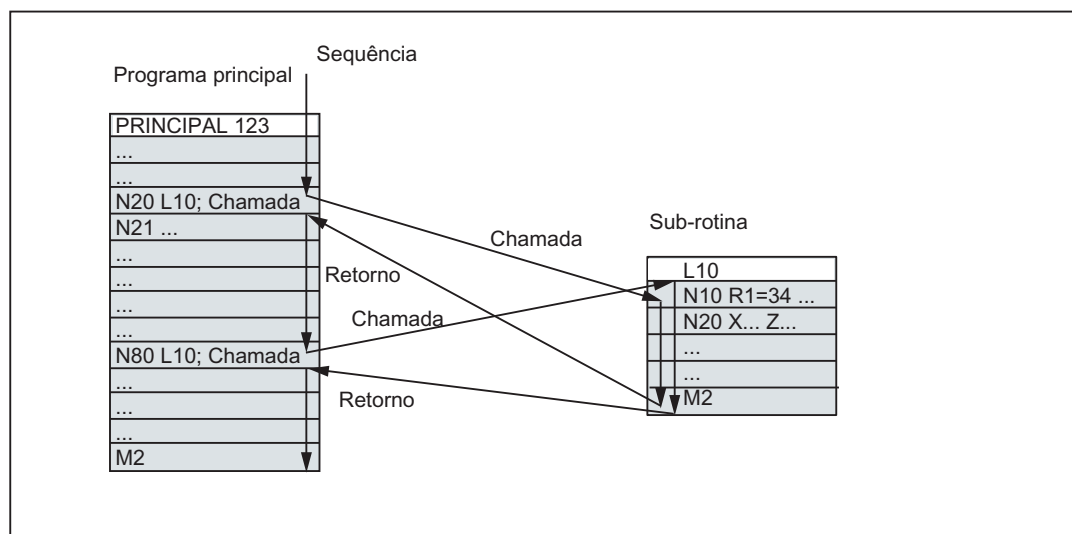
A estrutura da sub-rotina é idêntica àquela do programa principal (consulte a seção "Estrutura do programa (Página 7)"). Como programas principais, as sub-rotinas contêm **M2 - fim do programa** no último bloco da sequência de programas. Isto significa um retorno ao nível de programa do qual a sub-rotina foi chamada.

Fim do programa

Pode ser usada também a instrução de fim **RET** em vez do fim de programa M2 na sub-rotina.

RET deve ser programado em um bloco separado.

A instrução RET é usada quando o modo de trajetória contínua G64 não tiver de ser interrompido por um retorno. Com M2, G64 é interrompido e a parada exata é iniciada.

Veja a ilustração a seguir para exemplo de sequência quando chamar uma sub-rotina duas vezes:

Nome da sub-rotina

É dado ao programa um nome único, o que permite que seja selecionado a partir de várias sub-rotinas. Ao criar o programa, o nome dele pode ser livremente escolhido desde que as seguintes convenções sejam observadas.

Aplicam-se as mesmas regras para os nomes dos programas principais.

Exemplo: **LRAHMEN7**

É possível também usar a palavra de endereço **L...** em sub-rotinas. O valor pode ter 7 casas decimais (apenas números inteiros).

Indicação

Com endereço L, os zeros à esquerda são significativos para diferenciação.

Exemplo: **L128** não é **L0128** ou **L00128**.

Essas são sub-rotinas diferentes.

Indicação

O nome da sub-rotina **LL6** está reservado para troca de ferramenta.

Chamada de sub-rotina

Sub-rotinas são chamadas em um programa (principal ou sub-rotina) com seus nomes. Para isso, um bloco separado é necessário.

Exemplo:

```
N10 L785                        ; Chamar sub-rotina L785
N20 LRAHMEN7                    ; Chamar sub-rotina LRAHMEN7
```

Repetição de programa P...

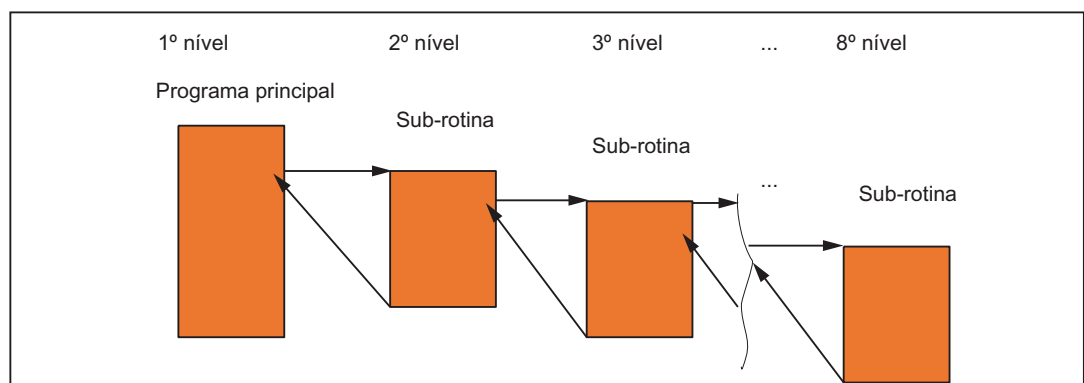
Se uma sub-rotina tiver de ser executada várias vezes em sequência, escreva o número de vezes que ela tiver se ser executada no bloco da chamada após o nome sob o **endereço P**. No máximo, **9.999 ciclos** são possíveis (P1 ... P9999).

Exemplo:

```
N10 L785 P3                     ; Chamar sub-rotina L785, 3 ciclos
```

Profundidade do aninhamento

Sub-rotinas pode, também ser chamadas de uma sub-rotina, não apenas de um programa principal. No total, até **8 níveis de programa** estão disponíveis para este tipo de chamada aninhada, inclusive o nível do programa principal.

Veja a ilustração a seguir para execução com 8 níveis de programa:

Informações

As funções G modais podem ser modificadas na sub-rotina, por exemplo, G90 -> G91. Quando retornar ao programada de chamada, certifique-se de que todas as funções modais estejam definidas da forma que você precisa que elas estejam.

Certifique-se de que os valores de seus parâmetros aritméticos usados nos níveis de programa superiores não sejam inadvertidamente modificados em níveis de programas inferiores.

Quando se trabalha com os ciclos da SIEMENS, até 4 níveis de programa serão necessários.

1.11.2 Chamada de ciclos de usinagem

Funcionalidade

Ciclos são sub-rotinas de tecnologia que executam certos processos de usinagem geralmente, por exemplo, perfuração ou fresagem. A adaptação ao problema particular é pré-formada diretamente por meio de parâmetros/valores ao chamar o ciclo respectivo.

Exemplo de programação

```
N10 DEF REAL RTP, RFP, SDIS, DP, DTB
N20 G18 X100 Z100 G0
N30 M3 S100 F100
N40 G17 X0
N50 CYCLE83(110, 90, 0, -80, 0, -10, 0, 0,    ; Chamada do ciclo 83, transferir
0, 0, 1, 0)                                    valores diretamente, bloco separado
N60 G0 X100 Z100
N70 RTP=100 RFP= 95.5 SDIS=1, DP=-5, DTB=3    ;Definir parâmetros de transferência
                                               para o ciclo 82
N80 CYCLE82(RTP, RFP, SDIS, DP, , DTB)        ;Chamada do ciclo 82, bloco reparado
N90 M30
```

1.11.3 Chamada de sub-rotina modal

Funcionalidade

A sub-rotina no bloco contendo MCALL é chamada automaticamente após cada bloco sucessivo contendo um **movimento da trajetória**. A chamada age até que a próxima MCALL seja chamada.

A chamada modal da sub-rotina que contém MCALL ou deixar a chamada requer um bloco separado.

MCALL é vantajosa, por exemplo, ao produzir padrões de perfuração.

Exemplo de programação

Exemplo de aplicação: Execução de uma fila de furos

```
N10 MCALL CYCLE82(100, 0, 1, -10, 2)          ; Ciclo de perfuração 82
N20 HOLES1(1, 2, 45, 2, 2, 1)                 ; Ciclo para fila de furos; após cada
                                               aproximação da posição do furo, o
                                               CYCLE82(...) será chamado com os
                                               parâmetros de transferência
N30 MCALL                                      ; Chamada modal de CYCLE82(...)
                                               completada
N40 M30
```

1.11.4 Executar sub-rotina externa (EXTCALL)

Função

Com o comando `EXTCALL`, é possível recarregar e executar programas armazenados em um cartão tipo Memory Stick USB externo.

Dados da máquina

São usados os seguintes dados de máquina para o comando `EXTCALL`:

- MD10132 $MN_MMC_CMD_TIMEOUT

  Tempo de monitoramento para o comando no programa de peças
- MD18362 $MN_MM_EXT_PROG_NUM

  Número de níveis de programa que podem ser processados simultaneamente a partir de externo
- SD42700 $SC_EXT_PROGRAM_PATH

  Trajetória do programa para chamada de sub-rotina externa

Indicação

Quando se usa SD42700 $SC_EXT_PROGRAM_PATH, são pesquisados todos os subprogramas chamados com EXCALL sob esta trajetória.

Programação com especificação da trajetória em SD42700 EXT_PROGRAM_PATH

`EXTCALL` ("<nome do programa>")

Parâmetro

EXTCALL	; Palavra-chave para sub-rotina
<nome do programa>	; Constante/variável do tipo de STRING

Exemplo:

EXTCALL ("RECTANGULAR POCKET")

Programação sem especificação da trajetória em SD42700 EXT_PROGRAM_PATH

`EXTCALL` ("<trajetória\nome do programa>")

Parâmetro

EXTCALL	; Palavra-chave para sub-rotina
<Trajetória\nome programa>	; Constante/variável do tipo de STRING

Exemplo:

EXTCALL ("D:\EXTERNE_UP\RECHTECKTASCHE")

Indicação

As sub-rotinas externas não contêm declarações de salto como `GOTOF`, `GOTOB`, `CASE`, `FOR`, `LOOP`, `WHILE`, ou `REPEAT`.

Construções `IF-ELSE-ENDIF` são possíveis.

Podem ser usadas chamadas de sub-rotina e chamadas `EXTCALL` aninhadas.

RESET, POWER ON

RESET e POWER ON fazem com que as chamadas de sub-rotinas sejam interrompidas e a respectiva memória de carga seja apagada.

Exemplo

Processamento de memória externa - pen drive do cliente

O programa "Main.mpf" é armazenado na memória NC e é selecionado para execução:

```
N010 PROC MAIN
N020 G0 X10 Y10
N030 EXTCALL ("D:\EXTERNE_UP\BOHRUNG")
N040 G0 X20 Y20
N050 M30
```

O subprograma "BOHRUNG.SPF" a ser recarregado está localizado no pen drive.

```
N010 PROC BOHRUNG
N020 G1 F1000
N030 X=10 Z=10
N040 G0 X50 Y50
N050 M17
```

1.12 Temporizadores e contadores de objetos a usinar

1.12.1 Temporizador do tempo de execução

Funcionalidade

Os temporizadores estão preparados como variáveis do sistema ($A...) que podem ser usados para monitoramento dos processos tecnológicos no programa ou apenas no visor.

Esses temporizadores são apenas para leitura. H[á temporizadoras que estão sempre ativos. Outros podem ser desativados por meio dos dados da máquina.

Temporizadores - sempre ativos

- $AN_SETUP_TIME

  Tempo desde a última energização do controle com valores padrão (em minutos)

  Ele é automaticamente redefinido no caso de uma "Energização do controle com valores padrão".

- $AN_POWERON_TIME

  Time since the last control powerup (in minutes)

  É para ele ser zerado automaticamente a cada energização do sistema de controle.

Temporizadores que podem ser desativados

Os seguintes temporizadores são ativados por meio dos dados da máquina (configuração padrão).

O início é específico do temporizador. Cada medição de tempo de execução é automaticamente interrompida no estado de programa parado ou para taxa de avanço-ativação manual-zero.

O comportamento dos temporizadores ativados relativos à taxa de avanço de execução seca ativa e execução de teste pode ser especificado durante o uso dos dados da máquina.

- $AC_OPERATING_TIME

  Tempo total de execução em segundos de programas NC no modo "AUTO"

  No modo "AUTO", o tempo de execução de todos os programas entre início e fim do programa são somados. O temporizador é zerado em cada energização do sistema de controle.

- $AC_CYCLE_TIME

  Tempo de execução do programa do CN selecionado (em segundos)

  O tempo de execução entre início e fim do programa é medido no programa NC selecionado. O temporizador é zerado com o início de um novo programa NC.

- $AC_CUTTING_TIME

  Tempo da ação da ferramenta (em segundos)

  O tempo de execução dos eixos da trajetória é medido em todos os programas NC entre início e fim, sem travessa rápida ativa e com a ferramenta ativa (ajustagem padrão).

  The measurement is interrupted when a dwell time is active.

  O temporizador é definido automaticamente em zero com cada ligação do sistema de controle.

Exemplo de programação

```
N10 IF $AC_CUTTING_TIME>=R10 GOTOF WZZEIT            ; Valor-limite do tempo de
                                                     operação da ferramenta?
G0 X20 Y20
N80 WZZEIT:G0 X30 Y30
N90 MSG("Tempo de ação da ferramenta: Valor-limite
atingido")
N100 M0
M30
```

Exibição

O conteúdo das variáveis do sistema ativo é visível na janela aberta através das seguintes operações-chaves:

Exibição da janela:

① = $AC_TOTAL_PARTS

② = $AC_REQUIRED_PARTS

③ =$AC_ACTUAL_PARTS

$AC_SPECIAL_PARTS não está disponível para exibição.

④ = $AC_OPERATING_TIME

⑤ = $AC_CYCLE_TIME

⑥ = $AC_CUTTING_TIME

⑦ = $AN_SETUP_TIME

⑧ = $AN_POWERON_TIME

Pode-se também ver a informação de contagem de tempo através da seguinte área de operação:

1.12.2 Contador de objetos a usinar

Funcionalidade

A função "Workpiece counter" (contador de objetos a usinar) fornece contadores para a contagem de objetos a usinar.

Esses contadores existem como variáveis do sistema com acesso a gravação e leitura proveniente do programa ou por meio de entrada pelo operador (observe o nível de proteção para gravação!).

Os dados da máquina podem ser usados para controlar a ativação do contador, a temporização da redefinição do contador e o algoritmo de contagem.

Contadores

- $AC_REQUIRED_PARTS

  Número de objetos a usinar exigido (ponto de ajuste do objeto a usinar)

  Neste contador, é possível definir o número de objetos a usinar no qual o contador de objetos a usinar reais $AC_ACTUAL_PARTS é zerado.

  A geração do alarme de exibição 21800 "Workpiece setpoint reached" (ponto de ajuste de objetos a usinar atingido) pode ser ativada por meio dos dados da máquina.
- $AC_TOTAL_PARTS

  Número total de objetos a usinar produzidas (total real)

  O contador especifica o número total de todas os objetos a usinar produzidas desde a hora de início.

  O contador é automaticamente zerado a cada inicialização do sistema de controle.
- $AC_ACTUAL_PARTS

  Número real de objetos a usinar (real)

  Este contador registra o número de todas os objetos a usinar produzidas desde a hora de início. Ao ser atingido o ponto de ajuste do objeto a usinar ($AC_REQUIRED_PARTS, valor maior que zero), o contador é automaticamente zerado.
- $AC_SPECIAL_PARTS

  Número de objetos a usinar especificado pelo cliente

  Este contador permite aos usuários realizar uma contagem de objetos a usinar de acordo com sua definição. A saída de alarmes pode ser definida para o caso de identidade com $AC_REQUIRED_PARTS (objeto a usinar de destino). Os próprios usuários devem zerar o contador.

Exemplo de programação

```
N10 IF $AC_TOTAL_PARTS==R15 GOTOF SIST                ; A contagem foi atingida?
G0 X20 Y20
N80 SIST: G0 X30 Y30
N90 MSG("Workpiece setpoint reached" [Ponto de ajuste
do objeto a usinar atingido])
N100 M0
```

Exibição

O conteúdo das variáveis do sistema ativo é visível na janela aberta através das seguintes operações-chaves:

Exibição da janela:

① = $AC_TOTAL_PARTS

② = $AC_REQUIRED_PARTS

③ =$AC_ACTUAL_PARTS

$AC_SPECIAL_PARTS não está disponível para exibição.

④ = $AC_OPERATING_TIME

⑤ = $AC_CYCLE_TIME

⑥ = $AC_CUTTING_TIME

⑦ = $AN_SETUP_TIME

⑧ = $AN_POWERON_TIME

Pode-se também selecionar se deseja ativar a função de contador de peças através da seguinte área operacional:

1.13 Aproximação e retração suaves

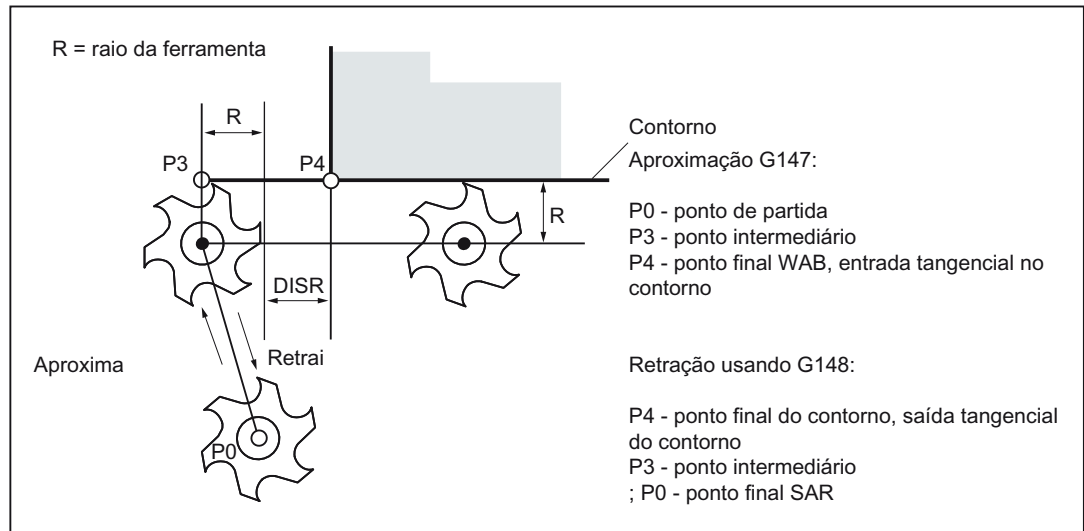
Funcionalidade

A função "Aproximação e retração suaves" (SPR) tem a finalidade de aproximar-se do início de um contorno tangencialmente ("suave") em grande grau independentemente da posição do ponto de início. O sistema de controle calculará os pontos intermediários e gerará os blocos de movimento transversal necessários. Esta função é usada preferivelmente junto com a compensação de raio da ferramenta (TRC). Os comandos G41 e G42 o sentido de aproximação/retração à esquerda ou à direita do contorno.

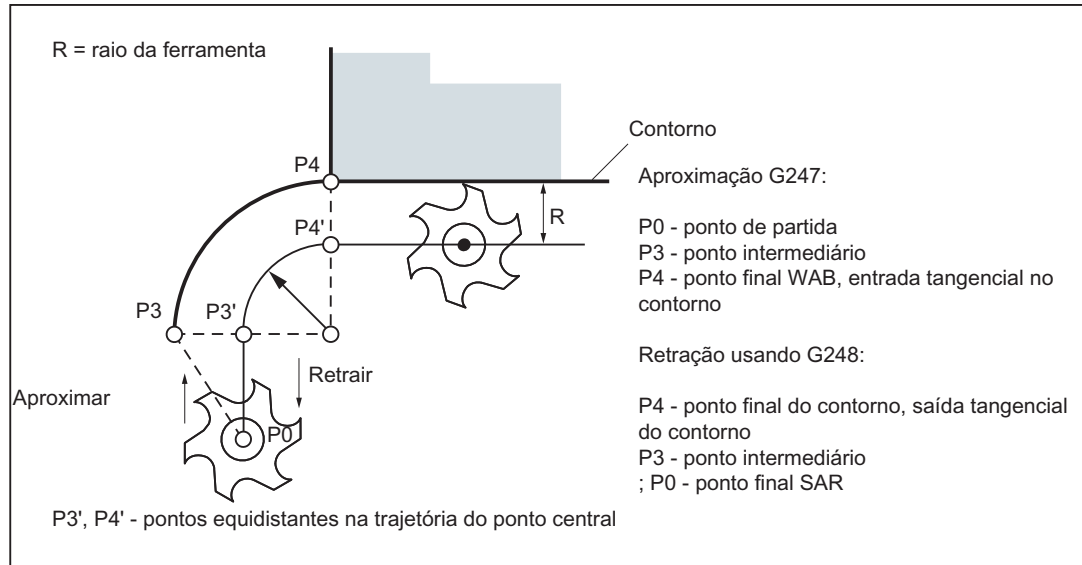
A trajetória de aproximação/retração (linha reta, quadrante ou semicírculo) é selecionada usando um grupo de comandos G. Para parametrizar essa trajetória (raio do círculo, comprimento, linha reta de aproximação), endereços especiais podem ser utilizados; isso também se aplica à velocidade do movimento de avanço. O movimento de avanço também pode ser controlado por meio de outro grupo G.

Programação

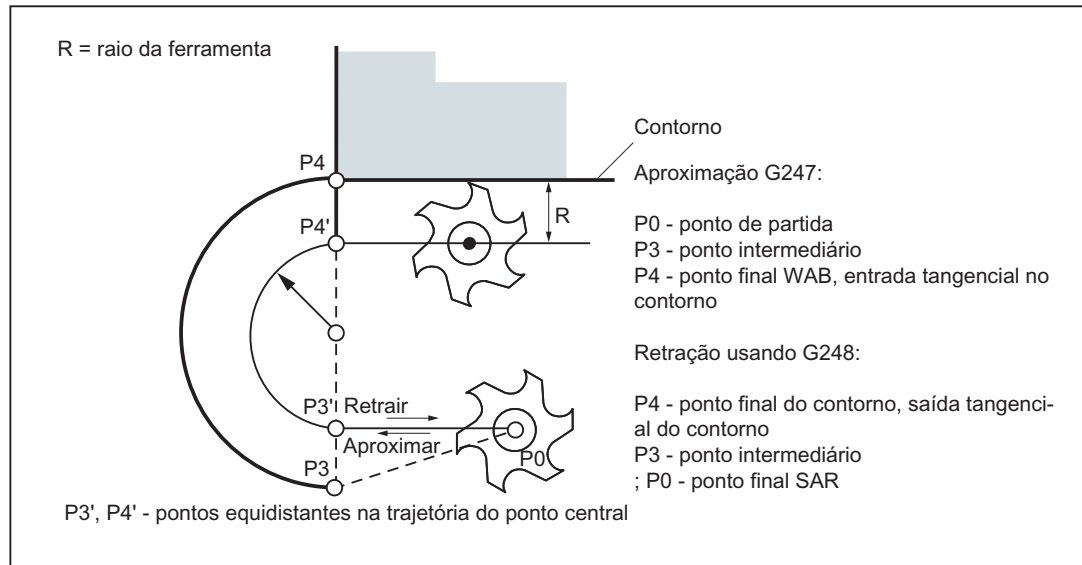
G147	; Aproximação com um linha reta
G148	; Retração com uma linha reta
G247	; Aproximação com um quadrante
G248	; Retração com um quadrante
G347	; Aproximação com um semicírculo
G348	; Retração com um semicírculo
G340	Aproximação e retração no espaço (configuração básica)
G341	Aproximação e retração no plano
DISR=...	; Aproximação e retração com linhas retas (G147/G148): Distância da aresta de corte a partir do ponto inicial ou final do contorno
	; Aproximação e retração ao longo de círculos (G247, G347/G248, G348): Raio da trajetória do ponto central da ferramenta
DISCL=...	; Distância do ponto final para o movimento de avanço rápido a partir do plano de usinagem (distância de segurança)
FAD=...	; Velocidade do movimento de avanço lento
	O valor programado age de acordo com o comando ativo do grupo G 15 (avanço: G94, G95)

Veja na ilustração a seguir para aproximação em linha reta usando o exemplo de G42 ou retração usando G41 e conclusão com G40:

Exemplo de programação: Aproximação/retração em uma linha reta em um plano

```
N10 T1 G17                              ; Ativar ferramenta, plano X/Y
N20 G0 X20 Y20                          ; Aproximar P0
N30 G42 G147 DISR=8 F600 X4 Y4          ; Aproximação, ponto P4 programado
N40 G1 X40                              ; Continuar no contorno
N50 Y12
N100 G41 G1 X15 Y15
N110 X4 Y4                              ; P4 - ponto final do contorno
N120 G40 G148 DISR=8 F700 X8 Y8         ; Retração, ponto P0 programado
M30
```

Veja na ilustração a seguir para aproximação em linha reta usando o exemplo de G42 ou retração usando G41 e conclusão com G40:

Exemplo de programação: Aproximação/retração ao longo de um quadrante em um plano

```
N10 T1 D1 G17                       ; Ativar ferramenta, plano X/Y
N20 G0 X20 Y20                      ; Aproximar P0
N30 G42 G247 DISR=20 F600 X4 Y4     ; Aproximação, ponto P4 programado
N40 G1 X40                          ; Continuar no contorno
N50 Y12
N60 G41 G1 X15 Y15
N70 X4 Y4                           ; P4 - ponto final do contorno
N80 G40 G248 DISR=20 F700 X8 Y8     ; Retração, ponto P0 programado
N90 M30
```

Veja na ilustração a seguir para aproximação em linha reta usando o exemplo de G42 ou retração usando G41 e conclusão com G40:

Indicação

Certifique-se de que um raio positivo seja inserido para o raio da ferramenta. Caso contrário, as direções para G41, G42 serão alteradas.

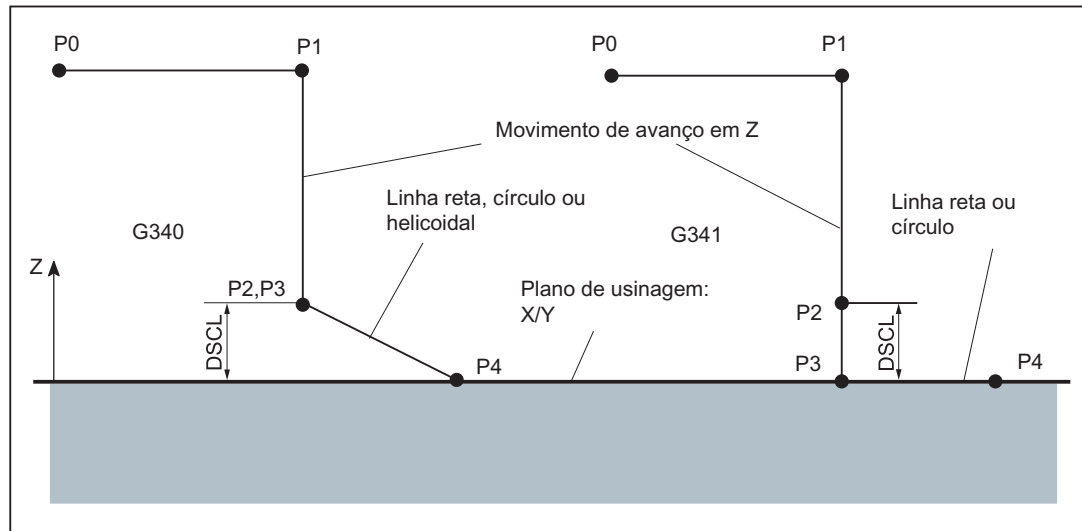
Controle do movimento de avanço usando DISCL e G340, G341

DISCL=... especifica a distância do ponto P2 a partir do plano de usinagem (veja a figura a seguir).

No caso de DISCL=0, o seguinte se aplica:

- Com G340: Todo o movimento de aproximação consiste apenas em dois blocos (P1, P2 e P3 são idênticos). O contorno de aproximação é gerado a partir de P3 a P4.
- Com G341: Todo o movimento de aproximação consiste apenas em três blocos (P1, P2 e P3 são idênticos). Se P0 e P4 estiverem localizados no mesmo plano, apenas dois blocos resultarão (não haverá movimento de avanço de P1 a P3).

É monitorado que o ponto definido por DISCL fica entre P1 e P3, ou seja, com todos os movimentos que possui um componente que corre verticalmente ao plano de usinagem, este componente deve ter o mesmo sinal. Se uma inversão de sentido for detectado, uma tolerância de 0.01 mm é permitida.

Veja a seguinte sequência do movimento de avanço dependente de G340 / G341 (exemplo com G17):

Exemplo de programação: Aproximação ao longo de um semicírculo com avanço

```
N10 T1 D1 G17 G90 G94                    ; Ativar ferramenta, plano X/Y
N20 G0 X0 Y0 Z30                         ; Aproximar P0
N30 G41 G347 G340 DISCL=3 DISR=13 Z=0
F500
                                         ; Aproximação ao longo de um semicírculo
                                         com raio: 13 mm,
                                         ; Distância de segurança ao plano: 3 mm
N40 G1 X40 Y-10
N50 G40 X20 Y20
N60 M30
```

alternativamente N30 / N40:

```
N30 G41 G347 G340 DISCL=3 DISR=13 X40 Y-10 Z0 F500
```

ou

```
N30 G41 G347 G340 DISCL=3 DISR=13 F500
N40 G1 X40 Y-10 Z0
```

Explicação com relação a N30 / N40:

Usando G0 (a partir de N20), o ponto P1 (ponto de início do semicírculo, corrigido pelo raio da ferramenta) é aproximado no plano Z=30, em seguida abaixando à profundidade (P2, P3) com Z=3 (DISCL). O contorno é atingido no ponto X40 Y-10 na profundidade Z=0 (P4) ao longo de uma curva helicoidal à velocidade de avanço de 500 mm/min.

Velocidades de aproximação e retração

- Velocidade do bloco anterior (por exemplo G0):

  Todos os movimentos de P0 a P2 são executados à essa velocidade, ou seja, o movimento paralelo ao plano de usinagem e a parte do movimento de avanço até a distância de segurança DISCL.

- Velocidade de avanço programada F:

  Essa velocidade de avanço é ativada a partir de P3 ou P2 se FAD não for programada. Se nenhuma palavra F for programada no bloco SAR, a velocidade do bloco anterior atuará.

- Programação usando FAD:

  Especificar a velocidade de avanço para

  – G341: Movimento de avanço verticalmente ao plano de usinagem a partir de P2 a P3

  – G340: do ponto P2 ou P3 a P4

    Se FAD não for programada, esta parte do contorno é atravessada à velocidade que é ativada modalmente a partir do bloco anterior no caso em que nenhum comando F definindo a velocidade seja programado no bloco SAR.

- **Durante a retração**, as funções da velocidade de avanço modalmente efetiva a partir do bloco anterior e a velocidade de avanço programada no bloco SAR são alteradas, ou seja, o contorno de retração real é atravessado usando a velocidade de avanço antiga e a nova velocidade programada usando a palavra F será aplicada correspondentemente de P2 a P0.

Exemplo de programação: Aproximação ao longo de um quadrante, avanço usando G341 e FAD

```
N10 T1 D1 G17 G90 G94                  ; Ativar ferramenta, plano X/Y
N20 G0 X0 Y0 Z30                       ; Aproximar P0
N30 G41 G341 G247 DISCL=5 DISR=13 FAD=500 X40 Y-10 Z=0 F800
N40 G1 X50
N50 G40 G1 X20 Y20
N60 M30
```

Explicação com relação a N30:

Usando G0 (a partir de N20), o ponto P1 (ponto de início do quadrante, corrigido pelo raio da ferramenta) é aproximado no plano Z=30, em seguida abaixando à profundidade (P2) com Z=5 (DISCL). Usando uma velocidade de avanço de FAD=500 mm/min, é abaixada a uma profundidade de Z=0 (P3) (G341). Em seguida, o contorno é aproximado no ponto X40,Y-10 ao longo de um quadrante no plano (P4) usando F=800 mm/min.

Blocos intermediários

Um máximo de cinco blocos **sem** mover os eixos de geometria pode ser inserido entre um bloco SAR e o próximo bloco de movimento transversal.

Informações

Programação ao retrair:

- Com um bloco SAR com um eixo geométrico programado, o contorno termina em P2. As posições nos eixos que constituem o plano de usinagem resultam do contorno de retração. O componente do eixo perpendicular a este é definido por DISCL. Com DISCL=0, o movimento correrá completamente no plano.
- Se no bloco SAR apenas o eixo é programado verticalmente ao plano de usinagem, o contorno terminará em P1. As posições dos eixos restantes resultarão, como descrito acima. Se o bloco SAR também é o bloco TRC desabilitado, uma trajetória adicional de P1 a P0 é inserida tal que nenhum movimento resulta no fim do contorno ao desabilitar TRC.
- Se apenas um eixo no plano de usinagem for programado, o segundo eixo faltando é modalmente adicionado a partir de sua última posição no bloco anterior.

Ciclos 2

2.1 Visão geral dos ciclos

Ciclos são geralmente sub-rotinas de tecnologia aplicável que pode ser usadas para executar processos de usinagem específicos, tais como, perfuração de uma rosca (abertura de rosca interna) ou fresagem de uma cavidade. Esses ciclos são adaptados a tarefas individuais por atribuição de parâmetros.

Ciclo de perfuração, ciclos de padrão de perfuração e ciclos de fresagem

Os seguintes ciclos-padrão podem ser executados com o uso do sistema de controle do SINUMERIK 808D:

- Ciclos de perfuração

  CYCLE81Perfuração, centragem

  CYCLE82: Perfuração escareamento

  CYCLE83Perfuração de orifício profundo

  CYCLE84Abertura de rosca interna rígida

  CYCLE840Abertura de rosca interna com mandril de compensação

  CYCLE85Alargamento 1

  CYCLE86Broqueamento

  CYCLE87Perfuração com parada 1

  CYCLE88Perfuração com parada 2

  CYCLE89Alargamento 2

- Ciclos de padrão de perfuração

  HOLES1Fileira de furos

  HOLES2Círculo de furos

  CYCLE802Posições arbitrárias

- Ciclos de fresagem

  CYCLE71: Faceamento

  CYCLE72Fresagem de contorno

  CYCLE76Fresagem de ressalto retangular

  CYCLE77Fresagem de ressalto circular

LONGHOLEFuro oblongo

SLOT1Padrão de fresagem de ranhura em um círculo

SLOT2Padrão de fresagem de ranhura circunferencial

POCKET3Fresagem de cavidade retangular (com qualquer ferramenta de fresagem)

POCKET4Fresagem de cavidade circular (com qualquer ferramenta de fresagem)

CYCLE90Fresagem de rosca

CYCLE832Configurações de alta velocidade

2.2 Ciclos de programação

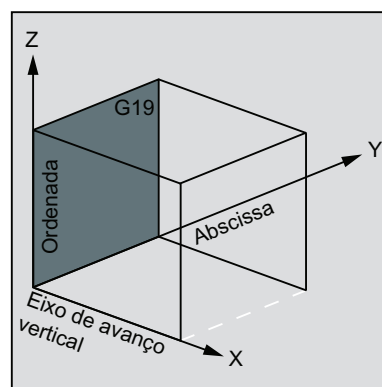
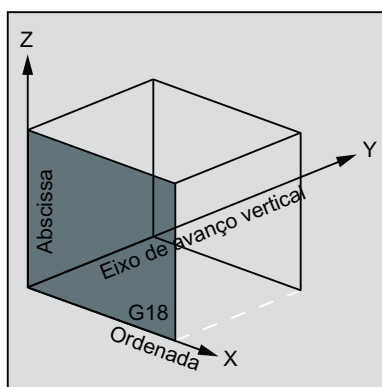
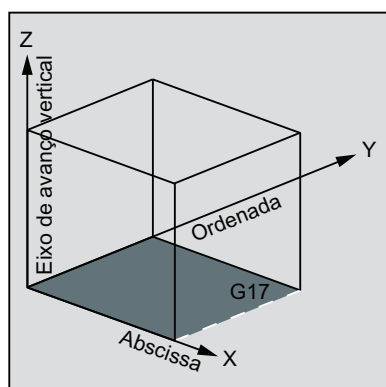
Condições de chamada e de retorno

As funções G ativas antes da chamada do ciclo e os deslocamentos programáveis permanecem ativas além do ciclo.

O nível de usinagem (G17, G18, G19) deve ser definido antes de chamar o ciclo. Um ciclo opera no plano atual com:

- Primeiro eixo do plano (abscissa)
- Segundo eixo do plano (ordenada)
- Eixo de perfuração/eixo de avanço, terceiro eixo, que fica verticalmente ao plano (eixo de avanço vertical)

Com ciclos de perfuração, a operação de perfuração é, executada no eixo que fica na vertical em relação ao plano atual. Na fresagem, o avanço de profundidade é executado neste eixo.

Veja as ilustrações a seguir para atribuição de plano e eixo:

Tabelas 2- 1 Atribuição de plano e eixo

Comando	Plano (abscissa/ordenada)	Eixo de avanço vertical
G17	X/Y	Z
G18	Z/X	Y
G19	Y/Z	X

Saída de mensagens durante a execução de um ciclo

Durante vários ciclos, são exibidas mensagens referentes ao estado da usinagem na tela do sistema de controle durante a execução do programa.

Essas mensagens não interrompem a execução do programa e continuam a ser exibidas até que as próximas mensagens apareçam.

Os textos das mensagens e seu significado estão apresentados em uma lista junto com o ciclo ao qual se referem.

Exibição de bloqueio durante a execução de um ciclo

A chamada do ciclo é exibida na exibição atual de bloqueio pela duração do ciclo.

Chamada do ciclo e lista de parâmetros

Os parâmetros de definição dos ciclos podem ser transferidos por meio da lista de parâmetros quando o ciclo é chamado.

Indicação

As chamadas de ciclo devem sempre ser programadas em um bloco separado.

Instruções básicas com relação à atribuição de parâmetros de ciclo-padrão

Cada parâmetro de definição de um ciclo tem um certo tipo de dado. O parâmetro que estiver sendo usado deverá ser especificado quando o ciclo for chamado. Nesta lista de parâmetros, os seguintes parâmetros podem ser transferidos:

- Parâmetros R (somente valores numéricos)
- Constantes

Se forem usados parâmetros R na lista de parâmetros, eles deverão primeiro ter valores atribuídos no programa de chamada. Proceda conforme abaixo para chamar os ciclos:

- Com uma lista de parâmetros incompleta

  ou

- Omitindo parâmetros.

Se quiser excluir os últimos parâmetros de transferência que têm que ser escritos em um chamada, pode-se terminar prematuramente uma lista de parâmetros com ")". Se algum parâmetro tiver de ser omitido dentro da lista, deverá ser escrita uma vírgula "..., ,..." como marcador de posição (placeholder).

Nenhuma verificação de plausibilidade será feita para valores de parâmetro com uma faixa de valores, salvo se tiver sido especificamente descrita uma resposta a erro relativo a um ciclo.

Se quando da chamada do ciclo a lista de parâmetros contiver mais entradas que os parâmetros que estivem definidos no ciclo, será exibido o alarme NC geral 12340 "Parâmetros demais" e o ciclo não é executado.

Indicação

Os dados da máquina específicos do eixo e específicos do canal do fuso devem ser configurados.

Chamada do ciclo

Os métodos individuais para a gravação de um ciclo estão mostrados nos exemplos de programação fornecidos relativos aos ciclos individuais.

Simulação de ciclos

Programas com chamadas de ciclo podem ser testados em primeiro lugar na simulação.

Durante a simulação, os movimentos transversais do ciclo são visualizados na tela.

2.3 Suporte do ciclo gráfico no editor de programas

O editor de programas no sistema de controle oferece suporte à programação para adicionar chamadas de ciclo ao programa e inserir parâmetros.

Função

O suporte do ciclo consiste de três componentes:

1. Seleção de ciclos
2. Telas de entrada para atribuição de parâmetros
3. Tela de ajuda para cada ciclo (deve ser encontrada na tela de entrada de dados).

Operação do suporte do ciclo

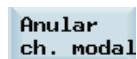
Para adicionar uma chamada de ciclo para o programa, proceder como abaixo:

1. Selecionar um tipo de ciclo com a tecla de função horizontal correspondente para abrir o menor nível da barra de tecla de funções vertical até que a forma de tela de entrada desejada com a exibição de ajuda apareça na tela.

2. Entrar com os valores diretamente (valores numéricos) ou indiretamente (parâmetros R, por exemplo, R27, ou expressões compostas de parâmetros R, por exemplo, R27 + 10).

   Quando valores numéricos são inseridos, o sistema de controle executa automaticamente uma verificação para ver se o valor recai dentro da faixa permitida.

3. Usar esta chave para selecionar valores para alguns parâmetros que devem ter apenas alguns poucos valores para seleção.

4. Para ciclos de perfuração, também é possível chamar um ciclo modalmente com esta chave. Para desativar a seleção da chamada modal, pressione a tecla de função abaixo:

5. Pressionar esta tecla de função para confirmar o que foi inserido. Para cancelar a entrada, pressionar a tecla de função abaixo:

Recompilação

A recompilação dos códigos de programa serve para realizar modificações a um programa existente com o uso do suporte do ciclo.

Posicionar o cursor na linha para ser modificado e pressionar esta tecla de função. Isto fará com que seja reaberta a tela de entrada da qual o fragmento do programa foi criado, podendo ser modificados e aceitos os valores.

2.4 Ciclos de perfuração

2.4.1 Informação Geral

Ciclos de perfuração são sequências de movimento especificadas de acordo com a norma DIN 66025 para perfuração, brocamento, abertura de roscas, etc.

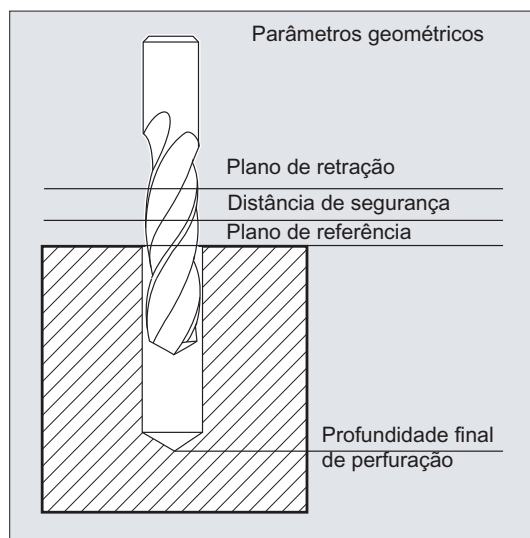
Eles são chamados na forma de uma sub-rotina dentro de um nome definido e uma lista de parâmetro.

Os ciclos de perfuração podem ser modais, isto é, eles são executados no fim de cada bloco contendo comandos de movimento. Mais ciclos criados pelo usuário podem ser chamados modalmente.

Há dois tipos de parâmetro:

- Parâmetros geométricos
- Parâmetros de usinagem

Os parâmetros geométricos são idênticos para todos os ciclos de perfuração, ciclos de padrão de perfuração e ciclos de fresagem. Eles definem os planos de referência e retração, a distância de segurança e a profundidade de perfuração final absoluta ou relativa. Parâmetros geométricos são atribuídos uma vez durante o primeiro ciclo de perfuração CYCLE81.

Veja a ilustração a seguir para perfuração, centralização - CYCLE81:

Os parâmetros de usinagem têm um significado e efeito diferentes nos ciclos individuais. Portanto, eles são programados em cada ciclo separadamente.

2.4.2 Requisitos

Condições de chamada e de retorno

Os ciclos de perfuração são programados de maneira independente dos nomes de eixo reais. A aproximação da posição de perfuração deve ser feita no programa de nível mais alto antes que o ciclo seja chamado.

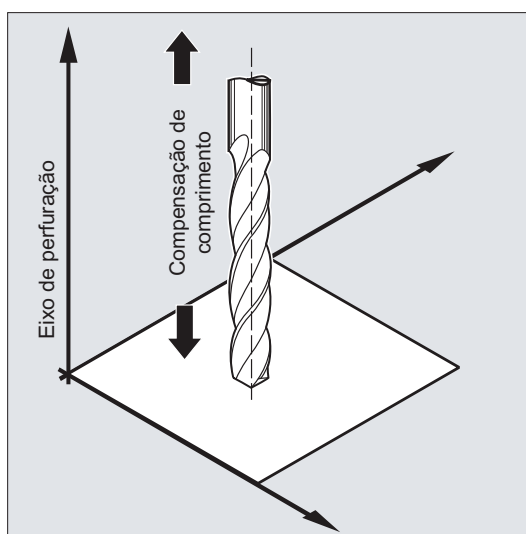
Os valores exigidos relativos à taxa de avanço, velocidade do fuso e sentido de rotação do fuso devem programados no programa de peças se não houver parâmetros de definição no ciclo de perfuração.

As funções G e o registro de dados atuais ativos antes de o ciclo ter sido chamado permanecem ativos além do ciclo.

Definição do plano

No caso de ciclos de perfuração, é geralmente considerado que o sistema de coordenadas da peça atual, na qual a operação de usinagem deve ser executada, deve definido selecionado-se o plano G17, G18 ou G19 e ativando-se um deslocamento de origem programável. O eixo de perfuração é sempre o eixo deste sistema de coordenadas que fica na vertical em relação do plano atual.

Uma compensação do comprimento de ferramenta deve ser programada antes de o ciclo ser chamado. Seu efeito é sempre perpendicular ao plano selecionado e permanece ativo mesmo após o fim do ciclo.

Veja a ilustração a seguir para compensação de comprimento:

Programação do tempo de espera

Os parâmetros dos tempo de espera nos ciclos de perfuração são sempre atribuídos à palavra F e, portanto, devem ser atribuídos com valores em segundos. Quaisquer desvios deste procedimento devem ser declarados de forma expressa.

2.4.3 Perfuração, centragem - CYCLE81

Programação

CYCLE81 (RTP, RFP, SDIS, DP, DPR)

Parâmetros

Parâmetro	Tipo de dados	Descrição
RTP	REAL	Plano de retração (absoluto)
RFP	REAL	Plano de referência (absoluto)
SDIS	REAL	Distância de segurança (inserir sem sinal)
DP	REAL	Profundidade final de perfuração (absoluta)
DPR	REAL	Profundidade final de perfuração relativa ao plano de referência (inserir sem sinal)

Função

A ferramenta perfura na velocidade do fuso e na taxa de avanço programadas até a profundidade final de perfuração.

Sequência

Posição alcançada antes do início do ciclo:

A posição de perfuração é a posição nos dois eixos do plano selecionado.

O ciclo cria a seguinte sequência de movimentos:

Aproximação do plano de referência antecipado pela distância de segurança com o uso de G0

- Movimento transversal até a profundidade final de perfuração na taxa de avanço programada no programa de chamada (G1)
- Retração até o plano de retração com G0

Explicação dos parâmetros

RFP e RTP (plano de referência e plano de retração)

Normalmente, o plano de referência (RTP) tem valores diferentes. O ciclo pressupõe que o plano de retração precede o plano de referência. Isto significa que a distância do plano de retração à profundidade final de perfuração é maior que a distância do plano de referência à profundidade final de perfuração.

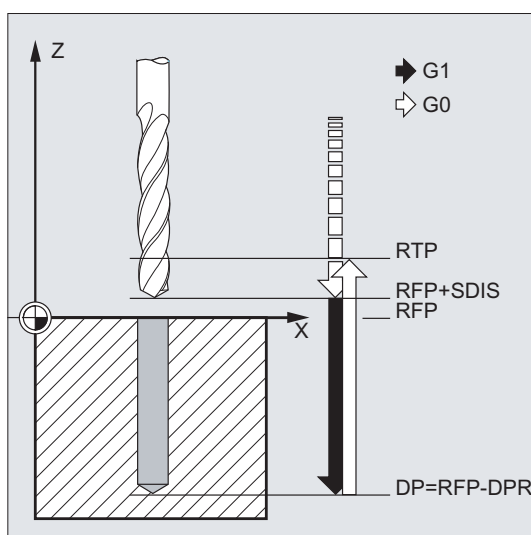
SDIS (distância de segurança)

A distância de segurança (SDIS) age com referência ao plano de referência. Isto é antecipado pela distância de segurança.

A direção na qual a distância de segurança fica ativa é automaticamente determinada pelo ciclo.

DP e DPR (profundidade final de perfuração)

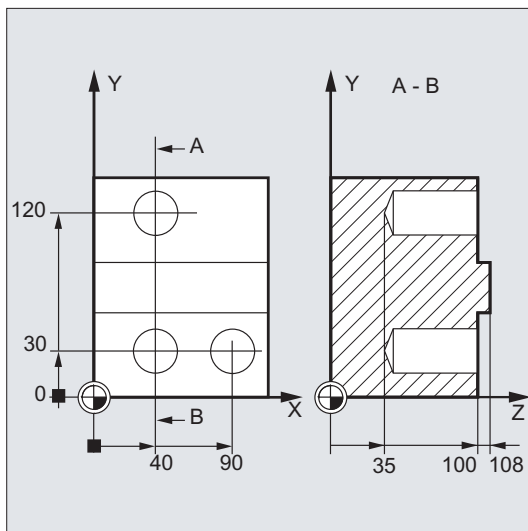
A profundidade final de perfuração pode ser especificada tanto absoluta (DP) quanto relativa (DPR) ao plano de referência.

Com especificação relativa, o ciclo calculará a profundidade resultante automaticamente com o uso das posições dos planos de referência e retração.

Indicação

Se for inserido um valor tanto para DP quanto para DPR, a profundidade final de perfuração será derivada da DPR. Se diferir da profundidade absoluta programada via DP, a mensagem "Profundidade: Correspondendo ao valor para profundidade relativa" é gerada na linha de diálogo.

Se os valores dos planos de referência e de retração forem idênticos, não será permitida uma especificação de profundidade relativa. É gerada a mensagem de erro 61101 ""Reference plane defined incorrectly" (plano de referência definido incorretamente) e o ciclo não é executado. Esta mensagem de erro será gerada também se o plano de retração estiver localizado após o plano de referência, ou seja, se sua distância até a profundidade final for menor.

Exemplo de programação: Drilling_centering

Este programa produz três furos brocados usando oCYCLE81 ciclo de perfuração. O eixo de perfuração é sempre o eixo Z.

N10 G0 G17 G90 F200 S300 M3	; Especificação dos valores tecnológicos
N20 D3 T3 Z110	; Plano de aproximação e retração
N30 X40 Y120	; Aproximação da primeira posição de perfuração
N40 CYCLE81(110, 100, 2, 35,)	; Chamada de ciclo com profundidade de perfuração final absoluta, distância de segurança e lista de parâmetros incompleta
N50 Y30	; Aproximar-se da próxima posição de perfuração
N60 CYCLE81(110, 102, , 35,)	; Chamada de ciclo sem distância de segurança
N70 G0 G90 F180 S300 M03	; Especificação dos valores tecnológicos
N80 X90	; Aproximar-se da próxima posição
N90 CYCLE81(110, 100, 2, , 65,)	; Chamada de ciclo com profundidade de perfuração final relativa e distância de segurança
N100 M02	; Fim do programa

2.4.4 Perfuração , escareamento - CYCLE82

Programação

CYCLE82 (RTP, RFP, SDIS, DP, DPR, DTB)

Parâmetros

Parâmetro	Tipo de dados	Descrição
RTP	REAL	Plano de retração (absoluto)
RFP	REAL	Plano de referência (absoluto)
SDIS	REAL	Distância de segurança (inserir sem sinal)
DP	REAL	Profundidade final de perfuração (absoluta)
DPR	REAL	Profundidade final de perfuração relativa ao plano de referência (inserir sem sinal)
DTB	REAL	Tempo de espera à profundidade de perfuração (quebra de cavacos)

Função

A ferramenta perfura na velocidade do fuso e na taxa de avanço programadas até a profundidade final de perfuração. Pode ser admitida a decorrência de um tempo de espera quando for atingida a profundidade final de perfuração.

Sequência

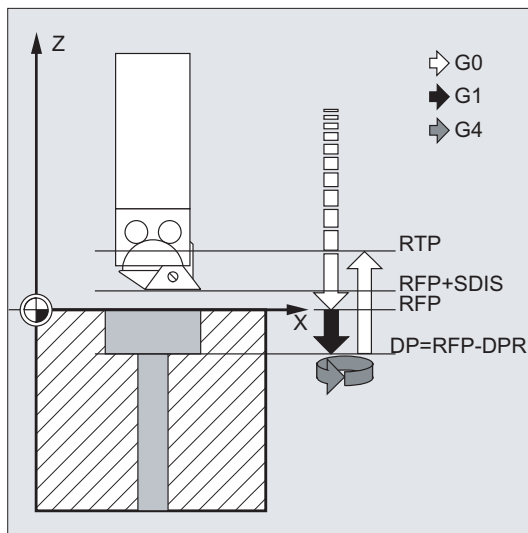
Posição alcançada antes do início do ciclo:

A posição de perfuração é a posição nos dois eixos do plano selecionado.

O ciclo cria a seguinte sequência de movimentos:

- Aproximação do plano de referência antecipado pela distância de segurança com o uso de G0
- Movimento transversal até a profundidade final de perfuração com a taxa de avanço (G1) programada antes do ciclo de chamada
- Tempo de espera na profundidade final de perfuração
- Retração até o plano de retração com G0

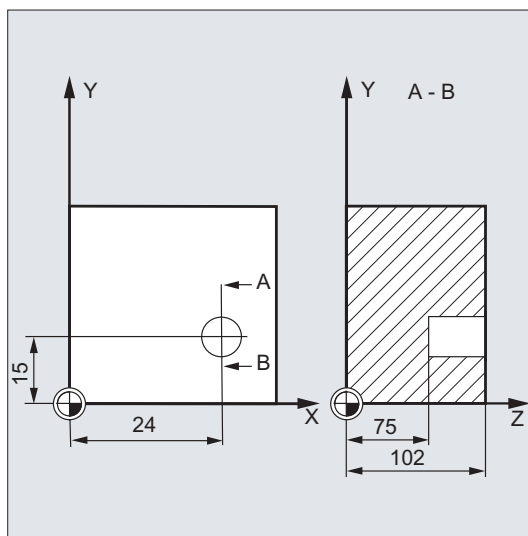
Explicação dos parâmetros

Para os parâmetros RTP, RFP, SDIS, DP, DPR, consulte a seção "Perfuração, centragem - CYCLE81 (Página 128) ".

DTB (tempo de espera)

O tempo de espera até a profundidade final de perfuração (quebra de cavacos) é programado sob DTB em segundos.

Exemplo 1 de programação: Drilling_counterboring

O programa usina um furo único de uma profundidade de 27 mm na posição X24 Y15 no plano XY com o ciclo CYCLE82 .

O tempo de espera programado é de 2 s, a distância de segurança no eixo de perfuração Z é de 4 mm.

```
N10 G0 G17 G90 F200 S300 M3          ; Especificação dos valores
                                     tecnológicos
N20 D1 T10 Z110                      ; Plano de aproximação e retração
N30 X24 Y15                          ; Aproximar-se da posição de
                                     perfuração
N40 CYCLE82 (110, 102, 4, 75, , 2)   ; Chamada de ciclo com
                                     profundidade final de perfuração
                                     final absoluta e distância de
                                     segurança
N50 M02                              ; Fim do programa
```

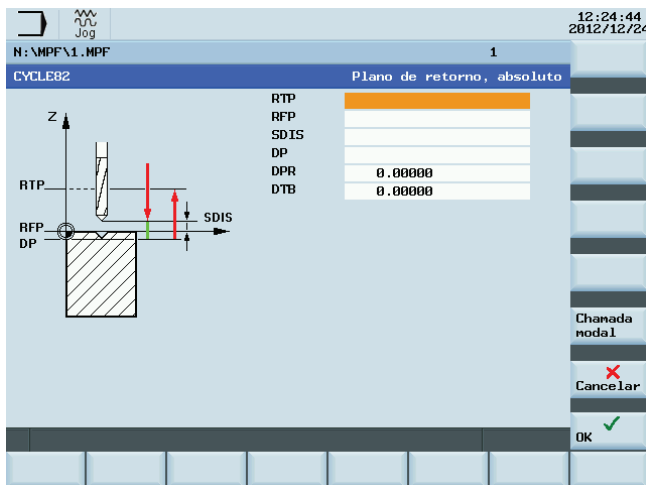
Exemplo de programação 2: Drilling_counterboring

Proceder através das seguintes etapas:

1. Selecionar a área operacional desejada.

2. Abrir a barra vertical da tecla de função para ciclos de perfuração disponíveis.

3. Pressione esta tecla da barra vertical de teclas de função.

4. Pressione esta tecla de função para abrir a janela para CYCLE82 . Parametrizar o ciclo conforme o desejado.

5. Confirmar as configurações com esta tecla de função. O ciclo é então, automaticamente transferido para o editor do programa com um bloco separado.

2.4.5 Perfuração profunda - CYCLE83

Programação

CYCLE83 (RTP, RFP, SDIS, DP, DPR, FDEP, FDPR, DAM, DTB, DTS, FRF, VARI, AXN, MDEP, VRT, DTD, DIS1)

Parâmetros

Parâmetro	Tipo de dados	Descrição	
RTP	REAL	Plano de retração (absoluto)	
RFP	REAL	Plano de referência (absoluto)	
SDIS	REAL	Distância de segurança (inserir sem sinal)	
DP	REAL	Profundidade final de perfuração (absoluta)	
DPR	REAL	Profundidade final de perfuração relativa ao plano de referência (inserir sem sinal)	
FDEP	REAL	Profundidade da primeira perfuração (absoluta)	
FDPR	REAL	Profundidade da primeira perfuração relativa ao plano de referência (inserir sem sinal)	
DAM	REAL	Quantidade de redução gradual (inserir sem sinal)	
		Valores:	>0: redução gradual como valor <0: fator de redução gradual =0: sem redução gradual
DTB	REAL	Tempo de espera na profundidade de perfuração (quebra de cavacos)	
		Valores:	>0: em segundos <0: em giros
DTS	REAL	Tempo de espera no ponto de origem e para remoção de cavacos	
		Valores:	>0: em segundos <0: em giros
FRF	REAL	Fator da taxa de avanço relativo à profundidade da primeira perfuração (inserir sem sinal) Faixa de valores: 0.001 ... 1	
VARI	INT	Tipo de usinagem: Quebra de cavacos=0, Remoção de cavacos=1	
AXN	INT	Eixo da ferramenta	
		Valores:	1: 1º eixo geométrico 2: 2º eixo geométrico 3: 3º eixo geométrico
MDEP	REAL	Profundidade mínima de perfuração (somente em conexão com o fator de redução gradual)	
VRT	REAL	Valor de retração variável da quebra de cavacos (VARI=0)	
		Valores:	>0: se valor de tração =0: valor de retração 1mm definido

Parâmetro	Tipo de dados	Descrição	
DTD	REAL	Tempo de espera na profundidade final de perfuração	
		Valores:	>0: em segundos <0: em giros =0: mesmo valor de DTB
DIS1	REAL	Distância-limite programável para reinserção no furo aberto (para remoção de cavacos VARI=1)	
		Valores:	>0: aplica-se o valor programável =0: cálculo automático

Função

A ferramenta perfura na velocidade do fuso e na taxa de avanço programadas até a profundidade final de perfuração.

A perfuração profunda é executada com um avanço profundidade com uma profundidade definível máxima executada várias vezes, aumentando gradualmente até que a profundidade final de perfuração seja atingida.

A perfuração pode ser retraída até o plano de referência + distância de segurança após a profundidade de cada avanço para remoção de detritos ou retraída em cada caso em 1 mm para quebra de cavacos.

Sequência

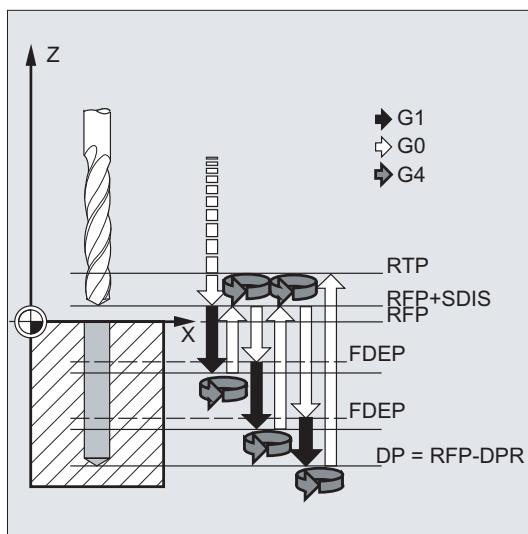
Posição alcançada antes do início do ciclo:

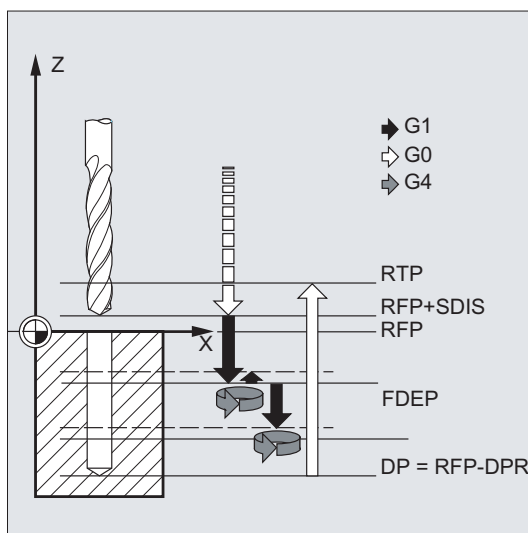
A posição de perfuração é a posição nos dois eixos do plano selecionado.

O ciclo cria a seguinte sequência:

Perfuração profunda com remoção de cavacos (VARI=1)

- Aproximação do plano de referência antecipado pela distância de segurança com o uso de G0
- Movimento transversal até a profundidade para primeira perfuração com G1, cuja taxa de avanço é originada da taxa de avanço definida com a chamada do programa que estiver sujeito ao parâmetro FRF (fator da taxa de avanço)
- Tempo de espera na profundidade final de perfuração (parâmetro DTB)
- Retração até o plano de referência antecipado pela distância de segurança para remoção de detritos com o uso de G0
- Tempo de espera no ponto de origem (parâmetro DTS)
- Aproximação da profundidade da última perfuração atingida, reduzida pela distância de antecipação com o uso de G0
- Movimento transversal até a próxima profundidade de perfuração com G1 (a sequência de movimentos continua até ser alcançada a profundidade final de perfuração)
- Retração até o plano de retração com G0

Veja a ilustração a seguir para parâmetros para CYCLE83:

Perfuração profunda com quebra de cavacos (VARI=0)

- Aproximação do plano de referência antecipado pela distância de segurança com o uso de G0
- Movimento transversal até a profundidade para primeira perfuração com G1, cuja taxa de avanço é originada da taxa de avanço definida com a chamada do programa que estiver sujeito ao parâmetro FRF (fator da taxa de avanço)
- Tempo de espera na profundidade final de perfuração (parâmetro DTB)
- Retração em 1 mm a partir da atual profundidade de furação com G1 e a taxa de avanço programada no programa de chamada (para quebra de cavacos)
- Movimento transversal até a próxima profundidade de perfuração com G1 e taxa de avanço programada (a sequência de movimentos continua até ser alcançada a profundidade final de perfuração)
- Retração até o plano de retração com G0

Explicação dos parâmetros

Para os parâmetros RTP, RFP, SDIS, DP, DPR, consulte a seção "Perfuração, centragem - CYCLE81 (Página 128)".

Inter-relação dos parâmetros DP (ou DPR), FDEP (ou FDPR) e DAM

A profundidade de perfuração intermediária é calculada no ciclo com base na profundidade de perfuração final, primeira profundidade de perfuração e quantidade de degressão como segue:

- Na primeira etapa, a profundidade parametrizada com a primeira profundidade de perfuração é atravessada enquanto não ultrapassar a profundidade de perfuração total
- Da segunda profundidade de perfuração em diante, o curso de perfuração é obtido subtraindo-se a quantidade de degressão do curso da última profundidade de perfuração desde que a última seja maior do que a quantidade programada de degressão
- Os próximos cursos de perfuração correspondem à quantidade de degressão sempre que a profundidade restante for maior do que duas vezes a quantidade de degressão
- Os dois últimos cursos de perfuração são divididos e atravessados igualmente e são, portanto, sempre maiores do que metade da quantidade de degressão
- Se o valor da profundidade da primeira perfuração for incompatível com a profundidade total, será gerada a mensagem de erro 61107 "First drilling depth defined incorrectly" (Profundidade da primeira perfuração definida incorretamente) e o ciclo não será executado

O parâmetro FDPR tem o mesmo efeito no ciclo que o parâmetro DPR. Se os valores relativos aos planos de referência e retração forem idênticos, a profundidade da primeira perfuração poderá ser definida como um valor relativo.

Se o valor programado para a profundidade da primeira perfuração for maior que a profundidade final de perfuração, a profundidade final de perfuração nunca será excedido. O ciclo reduzirá automaticamente a profundidade da primeira perfuração desde que seja alcançada a profundidade final de perfuração apenas uma vez e, portanto, perfurará apenas uma vez.

DTB (tempo de espera)

O tempo de espera até a profundidade final de perfuração (quebra de cavacos) é programado sob DTB em segundos.

DTS (tempo de espera)

O tempo de espera no ponto de origem será executado somente se VARI=1 (remoção de cavacos).

FRF (fator da taxa de avanço)

Com esse parâmetro, pode-se especificar um fator de redução para a velocidade de avanço ativa que apenas se aplica à aproximação à primeira profundidade de perfuração no ciclo.

VARI (tipo de usinagem)

Se o parâmetro VARI=0 for definido, a broca retrai 1 mm depois de atingir cada profundidade de perfuração para quebra de cavacos. Se VARI=1 (para remoção de cavacos), a broca será movimentada na transversal em cada caso até o plano de referência mudado na quantidade da distância de segurança.

Indicação

A distância de antecipação é calculada internamente no ciclo, conforme abaixo:

- Se a profundidade de perfuração for de 30 mm, o valor da distância de antecipação será sempre de 0,6 mm.
- Para profundidades de perfuração maiores, é usada a fórmula profundidade de perfuração /50 (valor máximo de 7 mm).

AXN (eixo da ferramenta)

Programando-se o eixo de perfuração por meio de AXN, será possível omitir a troca do plano G18 para G17 quando for usado o ciclo de perfuração com furo profundo em máquinas de torneamento.

Os identificadores têm os seguintes significados:

`AXN=1`	Primeiro eixo do plano atual
`AXN=2`	Segundo eixo do plano atual
`AXN=3`	Terceiro eixo do plano atual

Por exemplo, para que seja feito um furo central no plano G18, programa-se:

```
G18

AXN=1
```

MDEP (profundidade mínima de perfuração)

É possível definir uma profundidade mínima de perfuração para cálculos do curso de perfuração com base em um fator de redução gradual. Se o curso de perfuração calculado for mais curto que a profundidade mínima de perfuração, a profundidade restante será usinada em cursos que sejam iguais ao comprimento da profundidade mínima de perfuração.

VRT (valor de retração variável para quebra de cavacos com VARI=0)

É possível programar a trajetória de retração para quebra de cavacos.

DTD (tempo de espera na profundidade final de perfuração)

O tempo de espera na profundidade final de perfuração pode ser inserido em segundos ou em giros.

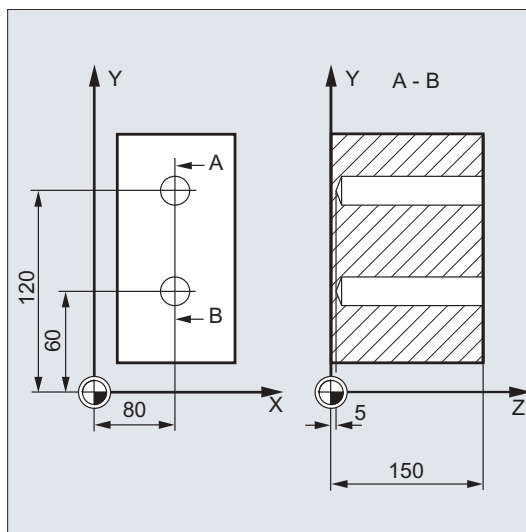
DIS1 (distância-limite programável para VARI=1)

A distância-limite após a reinserção no furo pode ser programada.

A distância-limite é calculada dentro do ciclo, conforme abaixo:

- Até uma profundidade de perfuração de 30 mm, o valor é definido como 0,6 mm.
- Para profundidades de perfuração maiores, a distância-limite será o resultado (RFP + SDIS – profundidade atual) / 50. Se este valor calculado for >7, será aplicado um limite máximo de 7 mm.

Exemplo 1 de programação: Perfuração de orifício profundo

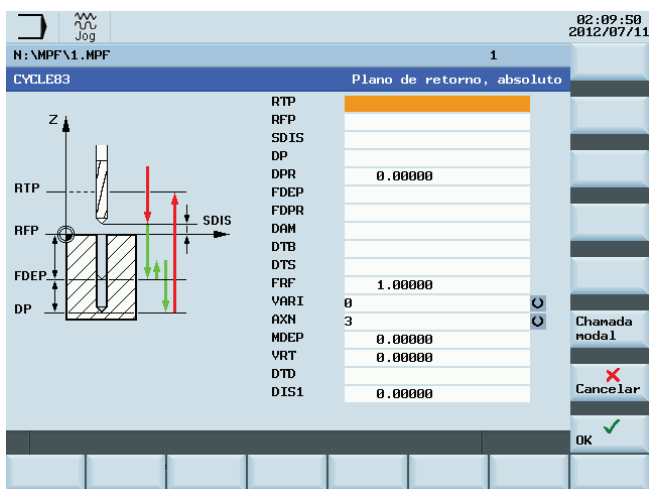
Este programa executa o cicloCYCLE83 nas posições X80 Y120 eX80 Y60 no plano XY. O primeiro furo roscado é feito com um tempo de espera zero e quebra de cavacos do tipo usinagem. A profundidade final de perfuração e a profundidade da primeira perfuração são inseridos como valores absolutos. Na chamada do segundo ciclo, um tempo de espera de 1 s é programado. O tipo de usinagem com remoção de cavacos é selecionado, a profundidade de perfuração final é relativa ao plano de referência. O eixo de perfuração em ambos os casos é o eixo Z.

```
N10 G0 G17 G90 F50 S500 M4                       ; Especificação dos valores
                                                 tecnológicos
N20 D1 T12                                       ; Plano de aproximação e retração
N30 Z155
N40 X80 Y120                                     ; Aproximar-se da primeira
                                                 posição de perfuração
N50 CYCLE83(20,0,3,-15,,-6,,1,1,1,1,0,3,4,3,1,2) ; Chamada de ciclo; parâmetros de
                                                 profundidade com valores
                                                 absolutos
N60 X80 Y60                                      ; Aproximar-se da próxima posição
                                                 de perfuração
N70 CYCLE83(20,0,3,-15,,-6,,1,1,1,1,0,3,4,3,1,2) ; Chamada de ciclo com dados
                                                 relativos para profundidade de
                                                 perfuração final e a primeira
                                                 profundidade de perfuração; a
                                                 distância de segurança e o fator
                                                 da velocidade de avanço é 0,5
N80 M02                                          ; Fim do programa
```

Exemplo 2 de programação Perfuração de orifício profundo

Proceder através das seguintes etapas:

1. Selecionar a área operacional desejada.

2. Abrir a barra vertical da tecla de função para ciclos de perfuração disponíveis.

3. Pressione esta tecla de função para abir a janela para CYCLE83. Parametrizar o ciclo conforme o desejado.

4. Confirmar as configurações com esta tecla de função. O ciclo é então, automaticamente transferido para o editor do programa como um bloco separado.

2.4.6 Roscamento rígido - CYCLE84

Programação

CYCLE84 (RTP, RFP, SDIS, DP, DPR, DTB, SDAC, MPIT, PIT, POSS, SST, SST1, AXN, 0, 0, VARI, DAM, VRT)

Parâmetros

Parâmetro	Tipo de dados	Descrição
RTP	REAL	Plano de retração (absoluto)
RFP	REAL	Plano de referência (absoluto)
SDIS	REAL	Distância de segurança (inserir sem sinal)
DP	REAL	Profundidade final de perfuração (absoluta)
DPR	REAL	Profundidade final de perfuração relativa ao plano de referência (inserir sem sinal)
DTB	REAL	Tempo de espera na profundidade da rosca (quebra de cavacos)
SDAC	INT	Sentido de rotação após o fim do ciclo Valores: 3, 4 ou 5 (para M3, M4 ou M5)
MPIT	REAL	Avanço da rosca como tamanho roscado (com sinal): Faixa de valores 3 (para M3) a 48 (para M48); o sinal determina o sentido de rotação na rosca
PIT	REAL	Avanço da rosa como valor (com sinal) Faixa de valores: 0.001 ... 2000,000 mm); o sinal determina o sentido de rotação na rosca
POSS	REAL	Posição do fuso para parada do fuso orientada no ciclo (em graus)
SST	REAL	Velocidade do roscamento
SST1	REAL	Velocidade da retração
AXN	INT	Eixo da ferramenta Valores 1): 1: 1º eixo do plano atual 2: 2º eixo do plano atual 3: 3º eixo do plano atual
PSYS	INT	Parâmetro interno; apenas o valor-padrão 0 é possível
PSYS	INT	Parâmetro interno; apenas o valor-padrão 0 é possível
VARI	INT	Tipo de usinagem Valores: 0: Abertura de rosca interna em uma passagem 1: Abertura de rosca interna em furo profundo com quebra de cavacos 2: Abertura de rosca em furo profundo com remoção de cavacos

Parâmetro	Tipo de dados	Descrição
DAM	REAL	Faixa de valores de profundidade de perfuração incremental : 0 <= Valor máximo
VRT	REAL	Faixa de valores do valor de retração variável da quebra de cavacos : 0 <= Valor máximo

1) A definição dos 1º, 2º e 3º eixos depende do plano atual selecionado.

Função

A ferramenta perfura na velocidade do fuso e na taxa de avanço programadas até a profundidade final inserida.

CYCLE84pode ser usado para a execução de furos roscados sem mandril de compensação. Para a abertura de rosca interna com mandril de compensação é fornecido um ciclo CYCLE840 separado.

Indicação

CYCLE84pode ser usado se o fuso a ser usado para a operação de broqueamento tiver capacidade técnica para ser operado no modo de fuso com posição controlada.

Sequência

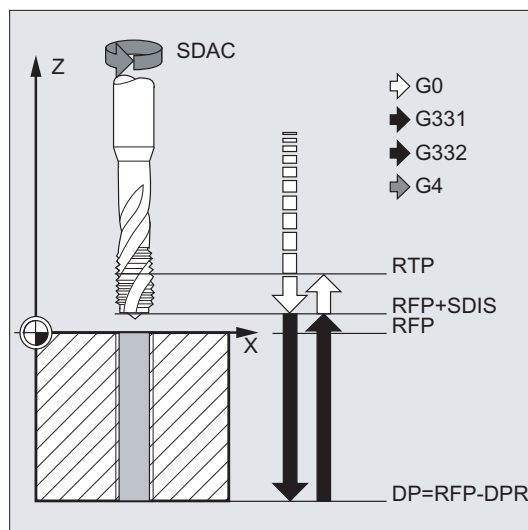
Posição alcançada antes do início do ciclo:

A posição de perfuração é a posição nos dois eixos do plano selecionado.

O ciclo cria a seguinte sequência de movimentos:

- Aproximação do plano de referência antecipado pela distância de segurança com o uso de G0
- Parada orientada do fuso (valor no parâmetro POSS) e mudança do modo fuso para modo eixo
- Roscamento até a profundidade final de furação e velocidade SST
- Tempo de espera na profundidade da rosca (parâmetro DTB)
- Retração até o plano de referência antecipado pela distância de segurança, velocidade SST1 e sentido inverso
- Retração até o plano de retração com G0; o modo de fuso é reiniciado mediante a reprogramação da velocidade do fuso ativo antes que o ciclo seja chamado e o sentido de rotação programado sob SDAC

Explicação dos parâmetros

Para os parâmetros RTP, RFP, SDIS, DP, DPR, consulte a seção "Perfuração, centragem - CYCLE81 (Página 128)".

DTB (tempo de espera)

O tempo de espera deve ser programado em segundos. Quando do roscamento de furos cegos, recomenda-se omitir o tempo de espera.

SDAC (sentido de rotação após o fim do ciclo)

Sob o SDAC, o sentido de rotação após o fim do ciclo é programado.

Para roscamento, o sentido é mudado automaticamente pelo ciclo.

MPIT e PIT (avanço da rosca como um tamanho de rosca e como um valor)

O valor do avanço da rosca pode ser definido como o tamanho da rosca (somente para roscas métricas entre M3 e M48) ou como um valor (distância a partir de um giro da rosca até o próximo como um valor numérico). Quaisquer parâmetros não exigidos são omitidos na chamada ou a eles é atribuído o valor zero.

As roscas para a direita ou para a esquerda são definidas pelo sinal dos parâmetros do avanço:

- Valor positivo → para a direita (o mesmo que M3)
- Valor negativo → esquerda (o mesmo que M4)

Se os dois parâmetros do avanço tiverem valores conflitantes, será gerado o alarme 61001 "Thread lead wrong" (Avanço da rosca incorreto) pelo ciclo e a execução do ciclo será abortada.

POSS (posição do fuso)

Antes do roscamento, o fuso é parado com orientação no ciclo pelo uso do comando SPOS e mudado para o controle da posição.

A posição do fuso para esta parada de fuso é programada sob POSS.

SST (velocidade)

O parâmetro SST contém a velocidade do fuso relativa ao bloco de roscamento com G331.

SST1 (velocidade de retração)

A velocidade de retração a partir do furo roscado é programada sob SST1.

Se for atribuído o valor zero a este parâmetro, a retração será realizada na velocidade programada sob SST.

AXN (eixo da ferramenta)

Os identificadores têm os seguintes significados:

AXN=1	1º eixo do plano atual
AXN=2	2º eixo do plano atual
AXN=3	3º eixo do plano atual

Por exemplo, para que seja feito um furo central no plano G17, programa-se:

```
G17

AXN=3
```

Abertura de rosca em furo profundo: VARI, DAM, VRT

Com o parâmetro VARI, é possível fazer-se distinção entre o roscamento simples (VARI = 0) e a abertura de rosca em furo profundo (VARI ≠ 0).

Em conjunto com a abertura de rosca em furo profundo, é possível escolher entre quebra de cavacos (retração por distância variável a partir da profundidade de perfuração, parâmetro VRT, VARI = 1) e remoção de cavacos (retirada do plano de referência VARI = 2). Estas funções agem de forma análoga ao ciclo de perfuração CYCLE83 de furo profundo normal .

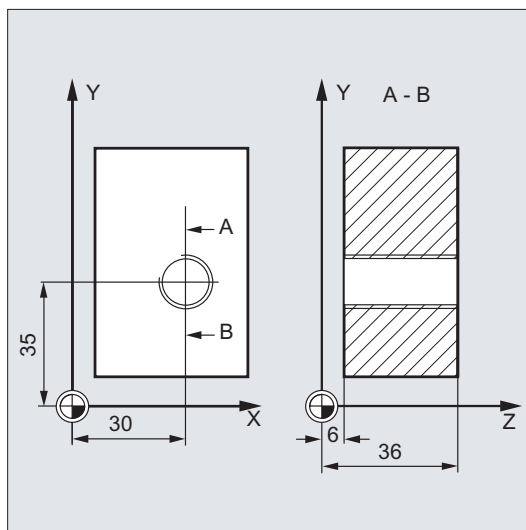
A profundidade de perfuração incremental para uma passagem é especificada por meio do parâmetro DAM. O ciclo calcula internamente a profundidade temporária conforme abaixo:

- A profundidade de perfuração incremental programada é executada em cada etapa até o restante até a profundidade final de perfuração ser inferior a (<) 2 x DAM
- A profundidade de perfuração restante é dividida em dois e é executada em duas etapas. Assim, a profundidade mínima de perfuração não fica menor que DAM / 2.

Indicação

O sentido de rotação quando do roscamento no ciclo é sempre invertida automaticamente.

Exemplo 1 de programação: Abertura de rosca interna rígida

Uma rosca é feita sem mandril de compensação na posição X30 Y35 no plano XY; o eixo de roscamento é o eixo Z. Nenhum tempo de espera é programado; a profundidade é programada como um valor relativo. Devem ser atribuídos valores aos parâmetros relativos ao sentido de rotação e ao avanço. É roscada uma rosca métrica M5.

`N10 G0 G90 T11 D1`	; Especificação dos valores tecnológicos
`N20 G17 X30 Y35 Z40`	; Aproximar-se da posição de perfuração
`N30 CYCLE84(20,0,3,-15,,1,3,6,,0,500,500,3,0,0,0,5,0)`	Chamada de ciclo; o parâmetro PIT foi omitido; nenhum valor é inserido referente à profundidade absoluta ou ao tempo de espera; o fuso para a 90 graus; a velocidade de roscamento é 200, a velocidade de retração é 500
`N40 M02`	; Fim do programa

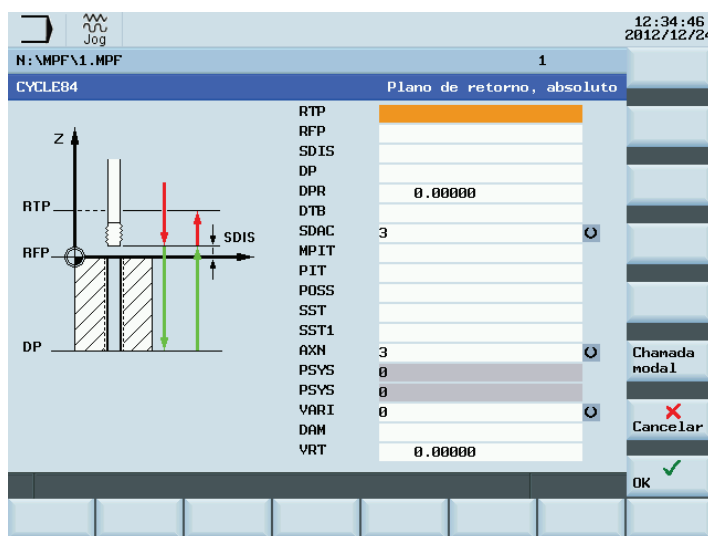
Exemplo 2 de programação Abertura de rosca interna rígida

Proceder através das seguintes etapas:

1. Selecionar a área operacional desejada.

2. Abrir a barra vertical da tecla de função para ciclos de perfuração disponíveis.

3. Pressione esta tecla da barra vertical de teclas de função.

4. Pressione esta tecla de função para abir a janela para CYCLE84. Parametrizar o ciclo conforme o desejado.

5. Confirmar as configurações com esta tecla de função. O ciclo é então, automaticamente transferido para o editor do programa como um bloco separado.

2.4.7 Abertura de rosca interna com mandril de compensação - CYCLE840

Programação

CYCLE840(RTP, RFP, SDIS, DP, DPR, DTB, SDR, SDAC, ENC, MPIT, PIT, AXN)

Parâmetros

Parâmetro	Tipo de dados	Descrição
RTP	REAL	Plano de retração (absoluto)
RFP	REAL	Plano de referência (absoluto)
SDIS	REAL	Distância de segurança (inserir sem sinal)
DP	REAL	Profundidade final de perfuração (absoluta)
DPR	REAL	Profundidade final de perfuração relativa ao plano de referência (inserir sem sinal)
DTB	REAL	Tempo de espera na profundidade da rosca (quebra de cavacos)
SDR	INT	Sentido de rotação da retração Valores: 0 (inversão automática de sentido), 3 ou 4 (para M3 ou M4)
SDAC	INT	Sentido de rotação após o fim do ciclo Valores: 3, 4 ou 5 (para M3, M4 ou M5)
ENC	INT	Roscamento com/sem codificador Valores: 0 = com codificador, 1 = sem codificador
MPIT	REAL	Avanço da rosca como tamanho roscado (com sinal): Faixa de valores 3 (para M3) a 48 (para M48)
PST	REAL	Avanço da rosa como valor (com sinal) Faixa de valores: 0.001 ... 2000.000 mm
AXN	INT	Eixo da ferramenta
		Valores[1]: 1: 1º eixo do plano atual 2: 2º eixo do plano atual 3: 3º eixo do plano atual

[1] A definição dos 1º, 2º e 3º eixos depende do plano atual selecionado.

Função

A ferramenta perfura na velocidade do fuso e na taxa de avanço programadas até a profundidade final inserida.

Esse ciclo é utilizado para programar a abertura de rosca interna com mandril de compensação:

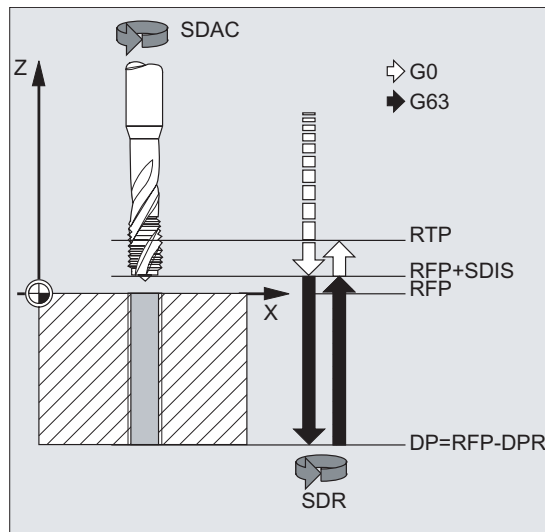
- Sem matriz
- Com matriz.

Sequência

Roscamento com mandril de compensação sem codificador

Posição alcançada antes do início do ciclo:

A posição de perfuração é a posição nos dois eixos do plano selecionado.

O ciclo cria a seguinte sequência de movimentos:

- Aproximação do plano de referência antecipado pela distância de segurança com o uso de G0
- Roscamento até a profundidade final de perfuração
- Tempo de espera na profundidade de roscamento (parâmetro DTB)
- Retração até o plano de referência antecipado pela distância de segurança
- Retração até o plano de retração com G0

Sequência de operações

Roscamento com mandril de compensação com codificador

Posição alcançada antes do início do ciclo:

A posição de perfuração é a posição nos dois eixos do plano selecionado.

O ciclo cria a seguinte sequência de movimentos:

- Aproximação do plano de referência antecipado pela distância de segurança com o uso de G0
- Roscamento até a profundidade final de perfuração
- Tempo de espera na profundidade da rosca (parâmetro DTB)
- Retração até o plano de referência antecipado pela distância de segurança
- Retração até o plano de retração com G0

Explicação dos parâmetros

Para os parâmetros RTP, RFP, SDIS, DP, DPR, consulte a seção "Perfuração, centragem - CYCLE81 (Página 128)".

DTB (tempo de espera)

O tempo de espera deve ser programado em segundos.

SDR (Sentido de rotação da retração)

Deverá ser definido SDR=0 se o sentido do fuso for para reverso automaticamente.

Se os dados da máquina forem definidos de forma que nenhum codificador seja configurado (neste caso, dados da máquina MD30200 $MA_NUM_ENCS is 0), deverá ser atribuído o valor 3 ou 4 ao parâmetro para o sentido de rotação; do contrário, será gerado o alarme 61202 ""No spindle direction programmed" (Nenhum sentido do fuso programado)" e o ciclo será abortado.

SDAC (sentido de rotação)

Como o ciclo também pode ser chamado modalmente (veja a seção "Suporte do ciclo gráfico no editor de programas (Página 125)"), é necessário um sentido de rotação para abertura de mais roscas internas. Isto é programado no parâmetro SDAC e corresponde ao sentido de rotação programado antes da primeira chamada no programa de nível superior. Se SDR=0, o valor atribuído a SDAC não terá significado no ciclo e poderá ser omitido na parametrização.

ENC (roscamento)

Se o roscamento tiver de ser executado sem codificador, embora exista um codificador, deverá ser atribuído o valor 1 ao parâmetro ENC.

No entanto, se nenhum codificador estiver instalado e for atribuído o valor 0 ao parâmetro, ele será ignorado no ciclo.

MPIT e PIT (avanço da rosca como um tamanho de rosca e como um valor)

O parâmetro do avanço só será relevante se o roscamento for executado com codificador. O ciclo calcula a taxa de avanço a partir da velocidade do fuso e o avanço.

O valor do avanço da rosca pode ser definido como o tamanho da rosca (somente para roscas métricas entre M3 e M48) ou como um valor (distância a partir de um giro da rosca até o próximo como um valor numérico). Quaisquer parâmetros não exigidos são omitidos na chamada ou a eles é atribuído o valor zero.

Se os dois parâmetros do avanço tiverem valores conflitantes, será gerado o alarme 61001 "Thread lead wrong" (Avanço da rosca incorreto) pelo ciclo e a execução do ciclo será abortada.

Indicação

Dependendo das configurações nos dados da máquina MD30200 $MA_NUM_ENCS, o ciclo selecionará se o roscamento terá de ser executado com ou sem codificador.

O sentido de rotação do fuso deve ser programado com M3 ou M4.

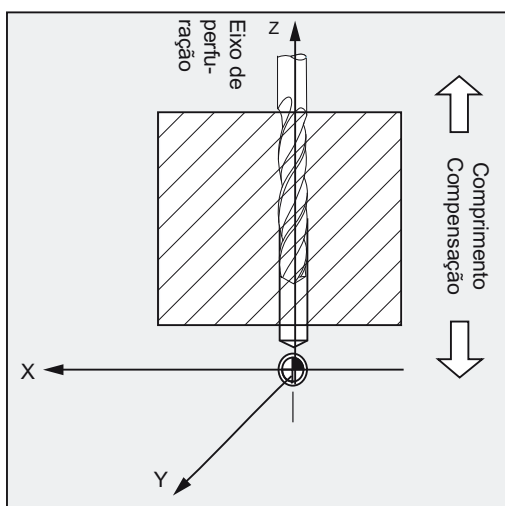
Em blocos de rosca com G63, os valores da troca de ativação manual da taxa de avanço e da troca de ativação manual da velocidade do fuso são paralisados até 100%.

Geralmente, exige-se um mandril de compensação maior para roscamento sem codificador.

AXN (eixo da ferramenta)

A figura abaixo mostra as opções dos eixos de perfuração a serem selecionadas.

Com G17:

- AXN=1 ;Corresponde a X
- AXN=2 ;Corresponde a Y
- AXN=3 ;Corresponde a Z

O uso de AXN (número do eixo de perfuração) para programar o eixo de perfuração permite que o eixo de perfuração seja programado diretamente.

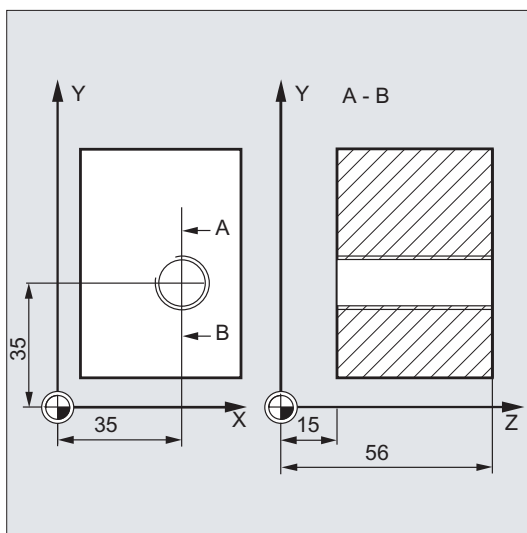
AXN=1	1º eixo do plano atual
AXN=2	2º eixo do plano atual
AXN=3	3º eixo do plano atual

Por exemplo, para usinar um furo no plano G17 com o eixo Z, programa-se:

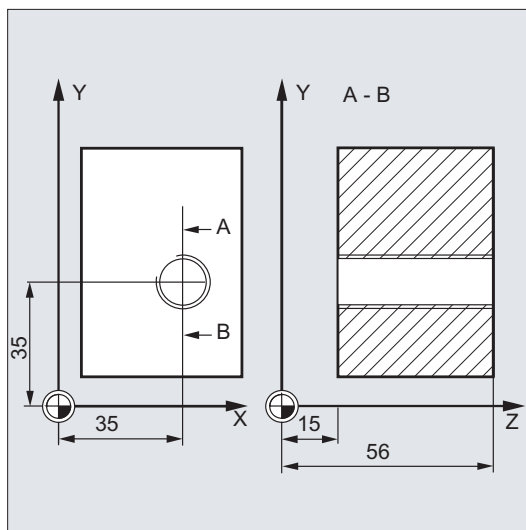
G17

AXN=3

Exemplo de programação: Roscamento sem codificador

Neste programa, um furo roscado é aberto sem matriz na posição X35 Y35 no plano XY; o eixo de abertura de rosca interna é o Z. Devem ser atribuídos os parâmetros SDR e SDAC do sentido de rotação; é atribuído o valor 1 ao parâmetro ENC, o valor da profundidade é o valor absoluto. O parâmetro PIT do avanço pode ser omitido. É usado um mandril de compensação na usinagem.

`N10 G90 G0 T11 D1 S500 M3`	`; Especificação dos valores tecnológicos`
`N20 G17 X35 Y35 Z60`	`; Aproximar-se da posição de perfuração`
`N30 G1 F200`	`; Definição da taxa de avanço da trajetória`
`N40 CYCLE840(20,0,3,-15,,1,3,4,1,6,,3)`	`Chamada de ciclo, tempo de espera 1 s, sentido de rotação para retração M4, sentido de rotação após ciclo M3, nenhuma distância de segurança, os parâmetros MPIT e PIT forma omitidos`
`N50 M02`	`; Fim do programa`

Exemplo de programação: Roscamento com codificador

Neste programa, um furo roscado é aberto com matriz na posição X35 Y35 no plano XY. O eixo de perfuração é o eixo Z. O parâmetro de avanço deverá ser definido, a inversão automática do sentido de rotação é programada. É usado um mandril de compensação na usinagem.

```
N10 G90 G0 T11 D1 S500 M3                ; Especificação dos valores
                                         tecnológicos
N20 G17 X35 Y35 Z60                      ; Aproximar-se da posição de
                                         perfuração
N40 CYCLE840(20,0,3,-15,,1,3,4,1,6,,3)   ; Chamada de ciclo, sem distância
                                         de segurança, com especificação
                                         de profundidade absoluta
N40 M02                                  ; Fim do programa
```

2.4.8 Alargamento 1 - CYCLE85

Programação

CYCLE85 (RTP, RFP, SDIS, DP, DPR, DTB, FFR, RFF)

Parâmetros

Tabelas 2- 2 CYCLE85 parâmetros

Parâmetro	Tipo de dados	Descrição
RTP	REAL	Plano de retração (absoluto)
RFP	REAL	Plano de referência (absoluto)
SDIS	REAL	Distância de segurança (inserir sem sinal)
DP	REAL	Profundidade final de perfuração (absoluta)
DPR	REAL	Profundidade final de perfuração relativa ao plano de referência (inserir sem sinal)
DTB	REAL	Tempo de espera na profundidade final de perfuração (quebra de cavacos)
FFR	REAL	Taxa de avanço
RFF	REAL	Taxa de avanço da retração

Função

A ferramenta perfura na velocidade do fuso e na velocidade da taxa de avanço programadas até a profundidade final de perfuração inserida.

O movimento para dentro e para fora é realizado na taxa de avanço atribuída a FFR e RFF respectivamente.

Sequência

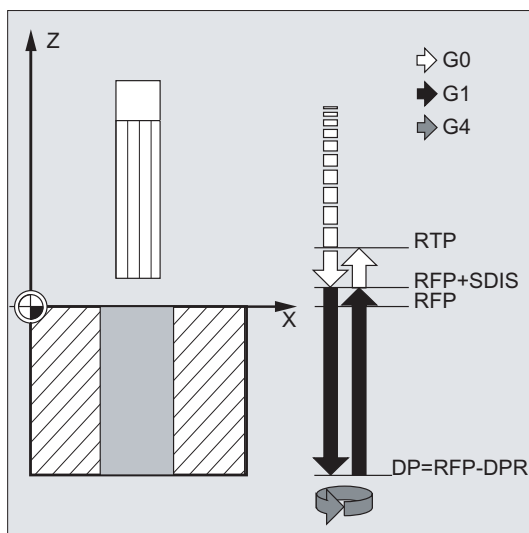
Posição alcançada antes do início do ciclo:

A posição de perfuração é a posição nos dois eixos do plano selecionado.

O ciclo cria a seguinte sequência de movimentos:

- Aproximação do plano de referência antecipado pela distância de segurança com o uso de G0
- Movimento transversal até a profundidade final de perfuração com G1 e na taxa de avanço programada sob o parâmetro FFR
- Tempo de espera na profundidade final de perfuração
- Retração até o plano de referência antecipado pela distância de segurança com G1 e a taxa de avanço da retração sob o parâmetro RFF
- Retração até o plano de retração com G0

Explicação dos parâmetros

Para os parâmetros RTP, RFP, SDIS, DP, DPR, consulte a seção "Perfuração, centragem - CYCLE81 (Página 128)".

DTB (tempo de espera)

O tempo de espera até a profundidade final de perfuração é programado sob DTB em segundos.

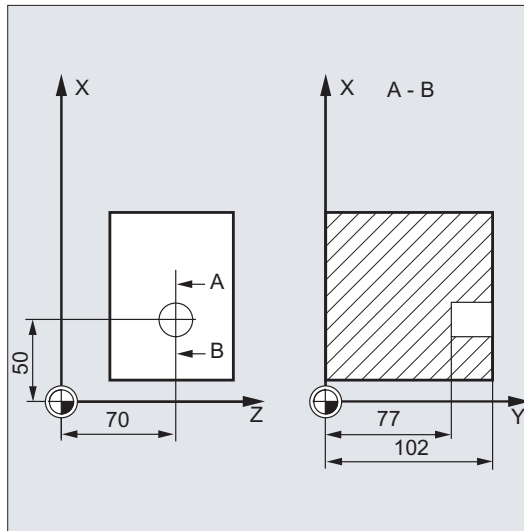
FFR (taxa de avanço)

O valor da taxa de avanço programado sob FFR fica ativo na perfuração.

RFF (velocidade de avanço da retração)

O valor da taxa de avanço programado sob RFF fica ativo quando da retração do furo até o plano de referência + distância de segurança.

Exemplo de programação: Primeira perfuração

CYCLE85O é chamado na posição Z70 X50 no plano ZX. O eixo de perfuração é o eixo Y. O valor da profundidade final de perfuração na chamada do ciclo é programado como valor relativo; nenhum tempo de espera é programado. A aresta superior da peça de trabalho está em Y102.

```
N10 T11 D1
G1 F200 M3 S200
N20 G18 Z70 X50 Y105                    ; Aproximar-se da posição de
                                        perfuração
N30 CYCLE85(105, 102, 2, , 25, , 300, 450)   ; Chamada de ciclo, sem tempo de
                                        espera programado
N40 M02                                 ; Fim do programa
```

2.4.9 Broqueamento - CYCLE86

Programação

CYCLE86 (RTP, RFP, SDIS, DP, DPR, DTB, SDIR, RPA, RPO, RPAP, POSS)

Parâmetros

Parâmetro	Tipo de dados	Descrição
RTP	REAL	Plano de retração (absoluto)
RFP	REAL	Plano de referência (absoluto)
SDIS	REAL	Distância de segurança (inserir sem sinal)
DP	REAL	Profundidade final de perfuração (absoluta)
DPR	REAL	Profundidade final de perfuração relativa ao plano de referência (inserir sem sinal)
DTB	REAL	Tempo de espera na profundidade final de perfuração (quebra de cavacos)
SDIR	INT	Sentido de rotação Valores: 3 (de M3), 4 (de M4)
RPA	REAL	Trajetória de retração ao longo do primeiro eixo do plano (incremental, inserir com sinal)
RPO	REAL	Trajetória de retração ao longo do segundo eixo do plano (incremental, inserir com sinal)
RPAP	REAL	Trajetória de retração ao longo do eixo de perfuração (incremental, inserir com sinal)
POSS	REAL	Posição do fuso para parada do fuso orientada no ciclo (em graus)

Função

O ciclo suporta o broqueamento de furos com uma barra de broqueamento.

A ferramenta perfura na velocidade do fuso e na velocidade da taxa de avanço programadas até a profundidade final de perfuração inserida.

Com perfuração 2, a parada do fuso orientada é ativada quando a profundidade de perfuração é atingida. Em seguida, é feita aproximação das posições de retração programadas em movimento transversal rápido e, a partir de lá, do plano de retração.

Sequência

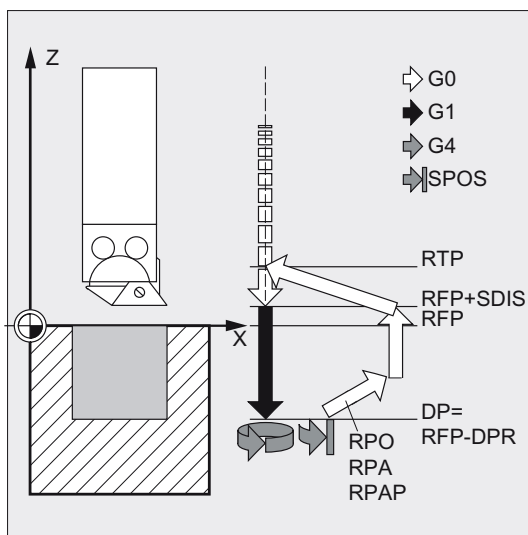
Posição alcançada antes do início do ciclo:

A posição de perfuração é a posição nos dois eixos do plano selecionado.

O ciclo cria a seguinte sequência de movimentos:

- Aproximação do plano de referência antecipado pela distância de segurança com o uso de G0
- Movimento transversal até a profundidade final de perfuração com G1 e a taxa de avanço programada antes da chamada do ciclo
- Tempo de espera até a profundidade final de perfuração
- Parada do fuso orientada na posição do fuso programada sob POSS
- Trajetória da retração do movimento transversal em até três eixos com G0
- A retração no eixo de perfuração ao plano de referência trazido para frente pela distância de segurança usando G0
- Retração até o plano de retração com G0 (posição inicial de perfuração nos dois eixos do plano)

Explicação dos parâmetros

Para os parâmetros RTP, RFP, SDIS, DP, DPR, consulte a seção "Perfuração, centragem - CYCLE81 (Página 128)".

DTB (tempo de espera)

O tempo de espera até a profundidade final de perfuração (quebra de cavacos) é programado sob DTB em segundos.

SDIR (sentido de rotação)

Com este parâmetro, determina-se o sentido de rotação com o qual o broqueamento é executado no ciclo. Se forem gerados valores diferentes de 3 ou 4 (M3/M4) forem gerados, será gerado o alarme 61102 ""No spindle direction programmed" (Nenhum sentido do fuso programado) e o ciclo não será executado.

RPA (trajetória de retração ao longo do primeiro eixo)

Use este parâmetro para definir um movimento de retração ao longo do primeiro eixo (abscissa), o qual é executado depois a profundidade de perfuração final foi atingida e a parada do fuso orientada foi efetuada.

RPO (trajetória de retração ao longo do segundo eixo)

Use este parâmetro para definir um movimento de retração ao longo do segundo eixo (ordenadas), o qual é executado depois a profundidade de perfuração final foi atingida e a parada do fuso orientada foi efetuada.

RPAP (trajetória de retração ao longo do eixo de perfuração)

Use este parâmetro para definir um movimento de retração ao longo do eixo de perfuração, o qual é executado após ter sido atingido o eixo de perfuração final e ter sido executada a parada do fuso.

POSS (posição do fuso)

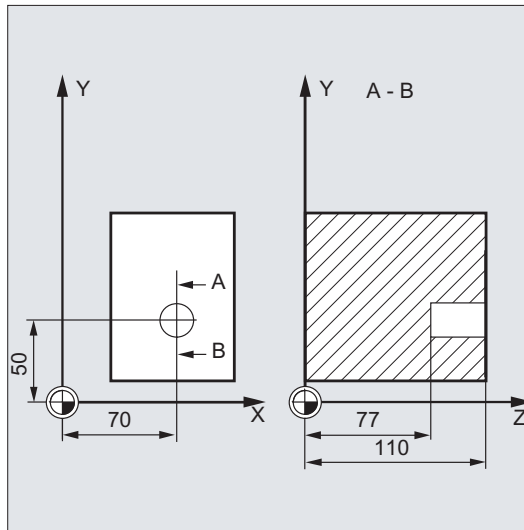
Use POSS para programar a posição do fuso para a parada do fuso orientada em graus, que é executada após ter sido atingida a profundidade final de perfuração.

Indicação

É possível parar o fuso ativo com orientação. O valor angular é programado com o uso de um parâmetro de transferência.

CYCLE86 pode ser usado se o fuso a ser utilizado para operação de perfuração é tecnicamente capaz de executar o comando SPOS.

Exemplo de programação: Segunda perfuração

CYCLE86 é chamado na posição Y50 X70 no plano ZX. O eixo de perfuração é o eixo Z. A profundidade final de perfuração é programada como valor absoluto; nenhuma distância de segurança é especificada. O tempo de espera na profundidade de perfuração final é 2 s. A aresta superior da peça de trabalho está posicionada em Z110. No ciclo, o fuso tem de girar com M3 e parar a 45 graus.

`N10 G0 G17 G90 F200 S300 M3`	`; Especificação dos valores tecnológicos`
`N20 T11 D1 Z112`	`; Plano de aproximação e retração`
`N30 X70 Y50`	`; Aproximar-se da posição de perfuração`
`N40 CYCLE86(112, 110, , 77, 0, 2, 3, -1, -1, 1, 45)`	`; Chamada de ciclo com profundidade absoluta de perfuração`
`N50 M02`	`; Fim do programa`

2.4.10 Broqueamento com parada 1- CYCLE87

Programação

CYCLE87 (RTP, RFP, SDIS, DP, DPR, SDIR)

Parâmetros

Parâmetro	Tipo de dados	Descrição
RTP	REAL	Plano de retração (absoluto)
RFP	REAL	Plano de referência (absoluto)
SDIS	REAL	Distância de segurança (inserir sem sinal)
DP	REAL	Profundidade final de perfuração (absoluta)
DPR	REAL	Profundidade final de perfuração relativa ao plano de referência (inserir sem sinal)
SDIR	INT	Sentido de rotação Valores: 3 (de M3), 4 (de M4)

Função

A ferramenta perfura na velocidade do fuso e na taxa de avanço programadas até a profundidade final de perfuração.

Durante a perfuração 3, uma parada do fuso sem orientação M5 é gerada depois de atingir a profundidade de perfuração final, seguida por uma parada programada M0. Pressionando a seguinte tecla é dada sequência ao movimento de retração na travessa rápida até que o plano de retração tenha sido alcançado:

Sequência

Posição alcançada antes do início do ciclo:

A posição de perfuração é a posição nos dois eixos do plano selecionado.

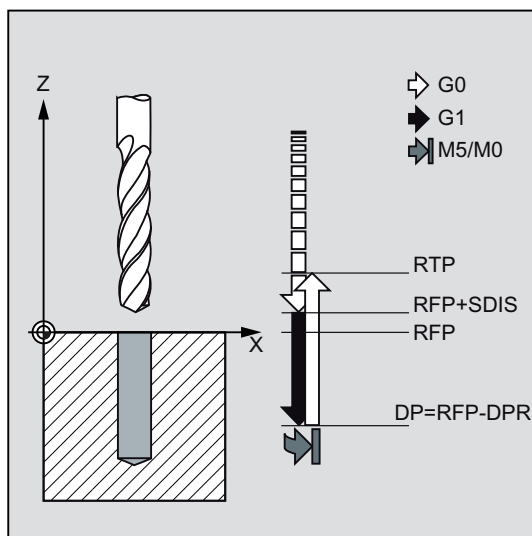
O ciclo cria a seguinte sequência de movimentos:

- Aproximação do plano de referência antecipado pela distância de segurança com o uso de G0
- Movimento transversal até a profundidade final de perfuração com G1 e a taxa de avanço programada antes da chamada do ciclo
- Parada do fuso com M5

- Pressione a seguinte tecla:

- Retração até o plano de retração com G0

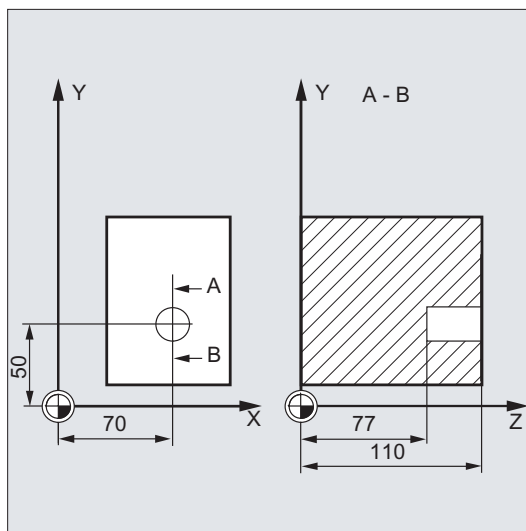
Explicação dos parâmetros

Para os parâmetros RTP, RFP, SDIS, DP, DPR, consulte a seção "Perfuração, centragem - CYCLE81 (Página 128)".

SDIR (sentido de rotação)

Este parâmetro determina o sentido de rotação com o qual é realizada a operação de perfuração no ciclo.

Se forem gerados valores diferentes de 3 ou 4 (M3/M4) forem gerados, será gerado o alarme 61102 "No spindle direction programmed" (Nenhum sentido do fuso programado)" e o ciclo será abortado.

Exemplo de programação: Terceira perfuração

CYCLE87 é chamado na posição Y50 X70 no plano XY. O eixo de perfuração é o eixo Z. A profundidade final de perfuração é especificada como um valor absoluto. A distância de segurança é de 2 mm.

```
DEF REAL DP, SDIS                          ; Definição de parâmetros
N10 DP=77 SDIS=2                           ; Atribuições de valor
N20 G0 G17 G90 F200 S300                   ; Especificação dos valores
                                           tecnológicos
N30 D3 T3 Z113                             ; Plano de aproximação e retração
N40 X70 Y50                                ; Aproximar-se da posição de
                                           perfuração
N50 CYCLE87 (113, 110, 2, -10, , 3)        ;Chamada de ciclo com sentido de
                                           rotação do fuso M3 programado
N60 M02                                    ; Fim do programa
```

2.4.11 Perfuração com parada 2 - CYCLE88

Programação

CYCLE88 (RTP, RFP, SDIS, DP, DPR, DTB, SDIR)

Parâmetros

Parâmetro	Tipo de dados	Descrição
RTP	REAL	Plano de retração (absoluto)
RFP	REAL	Plano de referência (absoluto)
SDIS	REAL	Distância de segurança (inserir sem sinal)
DP	REAL	Profundidade final de perfuração (absoluta)
DPR	REAL	Profundidade final de perfuração relativa ao plano de referência (inserir sem sinal)
DTB	REAL	Tempo de espera na profundidade final de perfuração (quebra de cavacos)
SDIR	INT	Sentido de rotação Valores: 3 (de M3), 4 (de M4)

Função

A ferramenta perfura na velocidade do fuso e na taxa de avanço programadas até a profundidade final de perfuração. Ao perfurar com parada, uma parada do fuso sem orientação M5 e uma parada programada M0 serão geradas quando a profundidade de perfuração final for atingida. Pressionando as teclas a seguir percorre o movimento para fora em avanço rápido até o plano de retração ser atingido:

Sequência

Posição alcançada antes do início do ciclo:

A posição de perfuração é a posição nos dois eixos do plano selecionado.

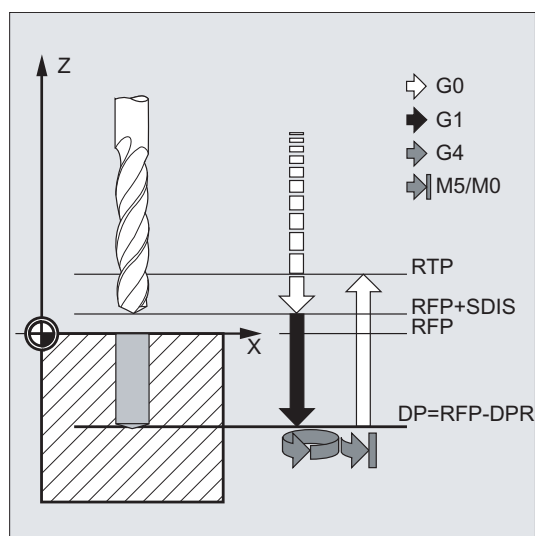
O ciclo cria a seguinte sequência de movimentos:

- Aproximação do plano de referência antecipado pela distância de segurança com o uso de G0
- Movimento transversal até a profundidade final de perfuração com G1 e a taxa de avanço programada antes da chamada do ciclo
- Tempo de espera na profundidade final de perfuração

- O fuso e o programa param com M5 M0. Após a parada do programa, pressione a seguinte tecla:

- Retração até o plano de retração com G0

Explicação dos parâmetros

Para os parâmetros RTP, RFP, SDIS, DP, DPR, consulte a seção "Perfuração, centragem - CYCLE81 (Página 128)".

DTB (tempo de espera)

O tempo de espera até a profundidade final de perfuração (quebra de cavacos) é programado sob DTB em segundos.

SDIR (sentido de rotação)

O sentido de rotação programado fica ativo para a distância a ser percorrida na transversal até a profundidade final de perfuração.

Se forem gerados valores diferentes de 3 ou 4 (M3/M4) forem gerados, será gerado o alarme 61102 "No spindle direction programmed" (Nenhum sentido do fuso programado)" e o ciclo será abortado.

Exemplo de programação: Quarta perfuração

CYCLE88 é chamado na posição X80 Y90 no plano XY. O eixo de perfuração é o eixo Z. A folga de segurança é programada com 3 mm; a profundidade final de perfuração é especificada em relação ao plano de referência.

M4 fica ativo no ciclo.

```
N10 G17 G90 F100 S450                     ; Especificação dos valores
                                          tecnológicos
N20 G0 X80 Y90 Z105                       ; Aproximar-se da posição de
                                          perfuração
N30 CYCLE88 (105, 102, 3, , 72, 3, 4)     ; Chamada de ciclo com sentido do
                                          fuso programado M4
N40 M02                                   ; Fim do programa
```

2.4.12 Alargamento 2 - CYCLE89

Programação

CYCLE89 (RTP, RFP, SDIS, DP, DPR, DTB)

Parâmetros

Parâmetro	Tipo de dados	Descrição
RTP	REAL	Plano de retração (absoluto)
RFP	REAL	Plano de referência (absoluto)
SDIS	REAL	Distância de segurança (inserir sem sinal)
DP	REAL	Profundidade final de perfuração (absoluta)
DPR	REAL	Profundidade final de perfuração relativa ao plano de referência (inserir sem sinal)
DTB	REAL	Tempo de espera na profundidade final de perfuração (quebra de cavacos)

Função

A ferramenta perfura na velocidade do fuso e na taxa de avanço programadas até a profundidade final de perfuração. Quando a profundidade de perfuração final é atingida, o tempo de espera programado é ativado.

Sequência

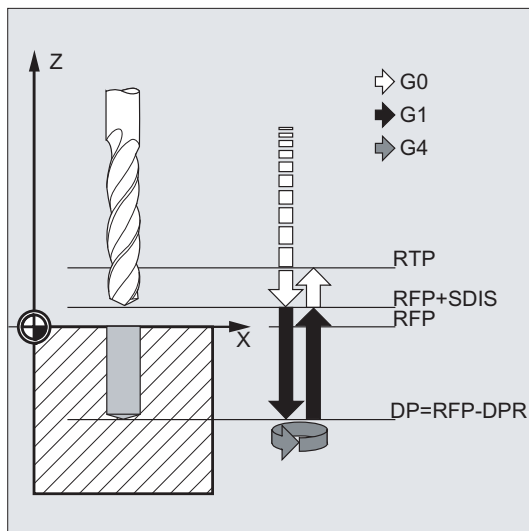
Posição alcançada antes do início do ciclo:

A posição de perfuração é a posição nos dois eixos do plano selecionado.

O ciclo cria a seguinte sequência de movimentos:

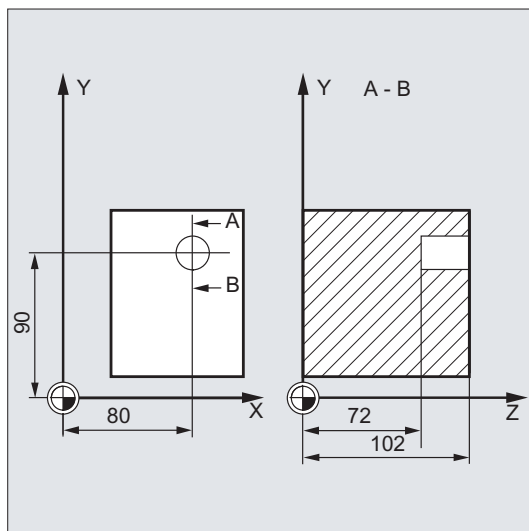
- Aproximação do plano de referência antecipado pela distância de segurança com o uso de G0
- Movimento transversal até a profundidade final de perfuração com G1 e a taxa de avanço programada antes da chamada do ciclo
- Tempo de espera até a profundidade final de perfuração
- Retração até o plano de referência antecipado pela distância de segurança com o uso de G1 e do mesmo valor da taxa de avanço
- Retração até o plano de retração com G0

Explicação dos parâmetros

Para os parâmetros RTP, RFP, SDIS, DP, DPR, consulte a seção "Perfuração, centragem - CYCLE81 (Página 128)".

DTB (tempo de espera)

O tempo de espera até a profundidade final de perfuração (quebra de cavacos) é programado sob DTB em segundos.

Exemplo de programação: Quinta perfuração

Em X80 Y90 no plano XY, o ciclo de perfuração CYCLE89 é chamado com uma distância de segurança de 5 mm e especificação da profundidade de perfuração final como um valor absoluto. O eixo de perfuração é o eixo Z.

```
DEF REAL RFP, RTP, DP, DTB                     ; Definição de parâmetros
RFP=102 RTP=107 DP=72 DTB=3                    ; Atribuições de valor
N10 G90 G17 F100 S450 M4                       ; Especificação dos valores
                                               tecnológicos
N20 G0 X80 Y90 Z107                            ; Aproximar-se da posição de
                                               perfuração
N30 CYCLE89 (RTP, RFP, 5, DP, , DTB)           ; Chamada do ciclo
N40 M02                                        ; Fim do programa
```

2.5 Ciclos de padrão de perfuração

Os ciclos de padrão de perfuração só descreve a geometria de um arranjo de abertura de furos no plano. O elo com o processo de perfuração é estabelecido por meio da chamada modal deste ciclo de perfuração antes que o ciclo de padrão de perfuração é programado.

2.5.1 Requisitos

Ciclos de padrão de perfuração sem chamada de ciclo de perfuração

Ciclos de padrão de perfuração também podem ser utilizados para outras aplicações sem chamada modal anterior de um ciclo de perfuração, pois os ciclos de padrão de perfuração podem ser parametrizados sem referência ao ciclo de perfuração utilizado.

Se não houve chamada modal da sub-rotina antes de chamar o ciclo de padrão de perfuração, a mensagem de erro 62100 "No drilling cycle active" (Nenhum ciclo de perfuração ativo) aparecerá.

Para confirmar a mensagem de erro, pressione a seguinte tecla:

Para dar continuidade à execução do programa, pressione a seguinte tecla:

O ciclo de padrão de perfuração então fará a aproximação de cada uma das posições calculadas a partir dos dados inseridos um após o outro sem chamar uma sub-rotina nesses pontos.

Comportamento quando o parâmetro de quantidade é zero

O número de furos em um padrão de perfuração deve ser parametrizado. Se o valor do parâmetro de quantidade for zero (ou se este parâmetro for omitido da lista de parâmetros), o alarme 61103 "Number of holes is zero" (Número de furos é zero) será gerado e o ciclo será abortado.

Verificações em caso de faixas limitadas de valores inseridos

Geralmente, não há verificações de plausibilidade para definir parâmetros nos ciclos de padrão de perfuração.

2.5.2 Fila de furos - HOLES1

Programação

HOLES1(SPCA, SPCO, STA1, FDIS, DBH, NUM)

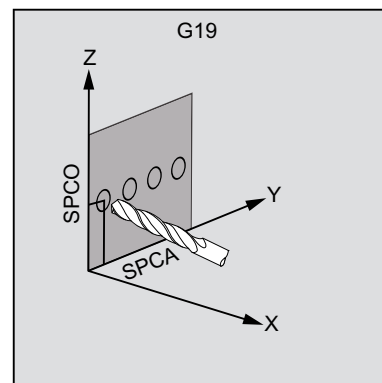
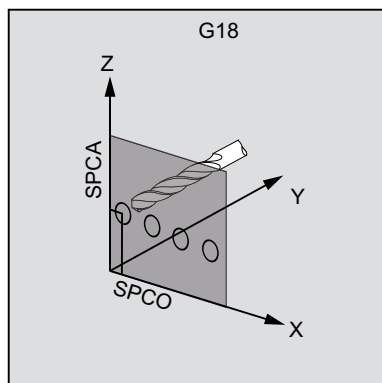
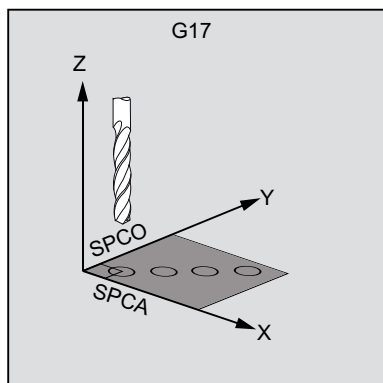
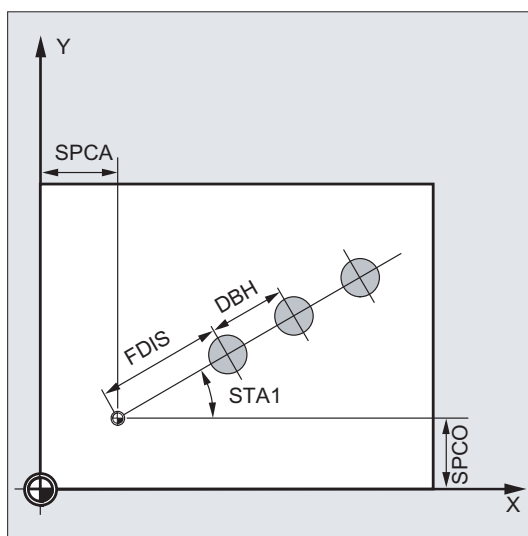
Parâmetros

Parâmetro	Tipo de dados	Descrição
SPCA	REAL	Primeiro eixo do plano (abscissa) de um ponto de referência na linha reta (absoluto)
SPCO	REAL	Segundo eixo do plano (ordenada) deste ponto de referência (absoluto)
STA1	REAL	Ângulo com o primeiro eixo do plano (abscissa) Faixa de valores: $-180 < STA1 \leq 180$ graus
FDIS	REAL	Distância do primeiro furo ao ponto de referência (inserir sem sinal)
DBH	REAL	Distância entre os furos (inserir sem sinal)
NUM	INT	Número de furos

Função

Este ciclo pode ser utilizado para produzir uma fila de furos, ou seja, um número de furos arranjados ao longo de uma linha reta ou uma grade de furos. O tipo de furo é determinado pelo ciclo de perfuração que já foi chamado modalmente.

Sequência

Para evitar curso desnecessário, o ciclo calcula se a fila de furos é usinada começando do primeiro furo ou do último furo a partir da posição real dos eixos do plano e da geometria da fila de furos. As posições de perfuração são então aproximadas uma após a outra em movimento transversal rápido.

Explicação dos parâmetros

SPCA e SPCO (ponto de referência no primeiro eixo do plano e do segundo eixo do plano)

Um ponto ao longo da linha reta da fila de furos é definido como o ponto de referência para determinar o espaçamento entre os furos. A distância ao primeiro furo FDIS é definida a partir deste ponto.

STA1 (ângulo)

A linha reta pode ser disposta em qualquer posição no plano. É especificada tanto pelo ponto definido por SPCO como pelo ângulo contido pela linha reta e o primeiro eixo do sistema de coordenadas da peça de trabalho que é ativado quando o ciclo é chamado. O ângulo é inserido mediante STA1 em graus.

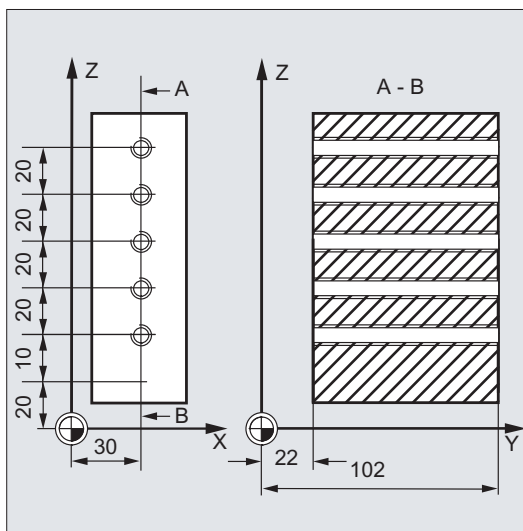
FDIS e DBH (distância)

A distância do primeiro furo e o ponto de referência definido mediante SPCA e SPCO é programado com FDIS. O parâmetro DBH contém a distância entre dois furos quaisquer.

NUM (número)

O parâmetro NUM é utilizado para definir o número de furos.

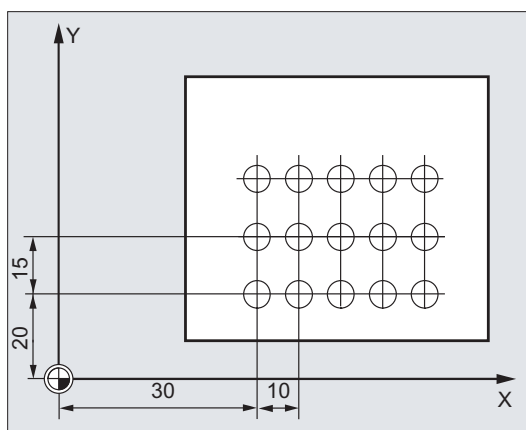
Exemplo de programação: Fila de furos

Use este programa para usinar uma fila de furos consistindo em cinco furos roscados dispostos em paralelo ao eixo Z do plano ZX e que têm uma distância de 20 mm um ao outro. O ponto inicial da fila de furos é Z20 e X30 do qual o primeiro furo tem uma distância de 10 mm. A geometria da fila de furos é descrita pelo ciclo HOLES1. Primeiro, a perfuração é executada usando CYCLE82 e depois a abertura da rosca é executada usando o CYCLE84 (abertura de rosca sem mandril de compensação). Os furos têm 80 mm de profundidade (diferença entre o plano de referência e a profundidade de perfuração final).

`N10 G90 F30 S500 M3 T10 D1`	`; Especificação dos valores tecnológicos para a etapa de usinagem`
`N20 G17 G90 X20 Z105 Y30`	`; Aproximar da posição inicial`
`N30 MCALL CYCLE82(105, 102, 2, 22, 0, 1)`	`; Chamada modal do ciclo de perfuração`
`N40 HOLES1(20, 30, 0, 10, 20, 5)`	`; Chamada do ciclo de fila de furos; o ciclo inicia com o primeiro furo; ocorre apenas aproximação das posições de perfuração neste ciclo`
`N50 MCALL`	`; Desabilitar chamada modal`
`...`	`; Trocar ferramenta`
`N60 G90 G0 X30 Z110 Y105`	`; Aproximar da posição próxima do quinto furo`

```
N70 MCALL CYCLE84(105, 102, 2, 22, 0, , 3, ,     ; Chamada modal do ciclo de
4.2, ,300, )                                     perfuração
N80 HOLES1(20, 30, 0, 10, 20, 5)                 ; Chamada do ciclo de fila de
                                                 furos iniciando pelo quinto furo
                                                 da fila
N90 MCALL                                        ; Desabilitar chamada modal
N100 M02                                         ; Fim do programa
```

Exemplo de programação: Grade de furos

Use este programa para usinar uma grade de furos consistindo em cinco filas com cinco furos cada, que são dispostos no plano XY com um espaçamento de 10 mm entre eles. O ponto de início da grade é em X30 Y20.

O exemplo usa parâmetros R como parâmetros de transferência para o ciclo.

```
R10=102                              ; Plano de referência
R11=105                              ; Plano de retração
R12=2                                ; Distância de segurança
R13=75                               ; Profundidade de perfuração
R14=30                               ; Ponto de referência para a fila de furos no primeiro eixo
                                     do plano
R15=20                               ; Ponto de referência para a fila de furos no segundo eixo do
                                     plano
R16=0                                ; Ângulo inicial
R17=10                               ; Distância do primeiro furo ao ponto de referência
R18=10                               ; Distância entre os furos
R19=5                                ; Número de furos por fila
R20=5                                ; Número de filas
R21=0                                ; Contador de filas
R22=10                               ; Distância entre as filas
N10 G90 F300 S500 M3 T10 D1          : Especificação dos valores tecnológicos
N20 G17 G0 X=R14 Y=R15 Z105          ; Aproximar da posição inicial
```

```
N30 MCALL CYCLE82(R11, R10, R12, R13,    ; Chamada modal do ciclo de perfuração
0, 1)
N40 LABEL1:                              ; Chamada de ciclo de fila de furos
N41 HOLES1(R14, R15, R16, R17, R18,
R19)
N50 R15=R15+R22                          ; Calcule o valor y para a próxima linha
N60 R21=R21+1                            ; Incrementar contador de linhas
N70 IF R21<R20 GOTOB LABEL1              ; Retornar a LABEL1 se a condição for satisfeita
N80 MCALL                                ; Desabilitar chamada modal
N90 G90 G0 X30 Y20 Z105                  ; Aproximar da posição inicial
N100 M02                                 ; Fim do programa
```

2.5.3 Círculo de furos - HOLES2

Programação

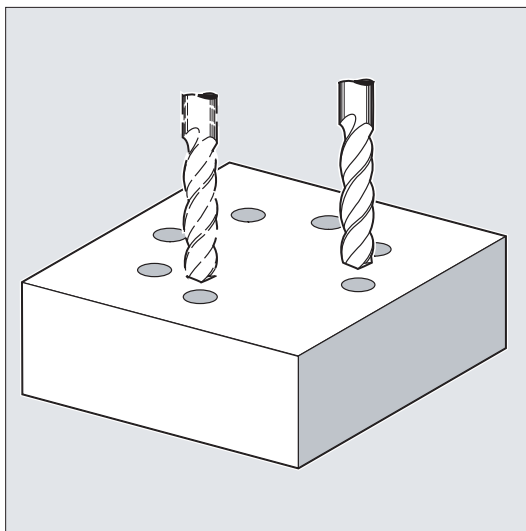
HOLES2(CPA, CPO, RAD, STA1, INDA, NUM)

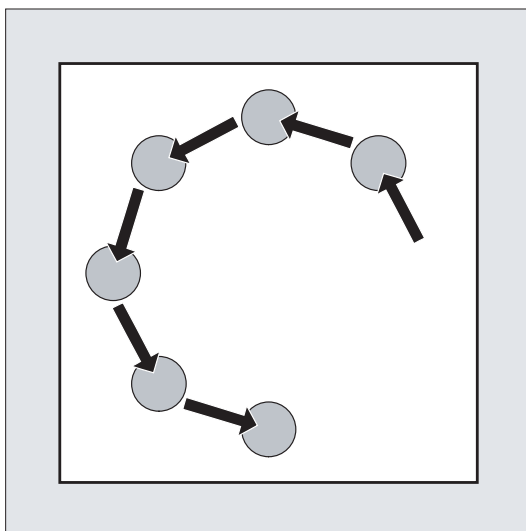
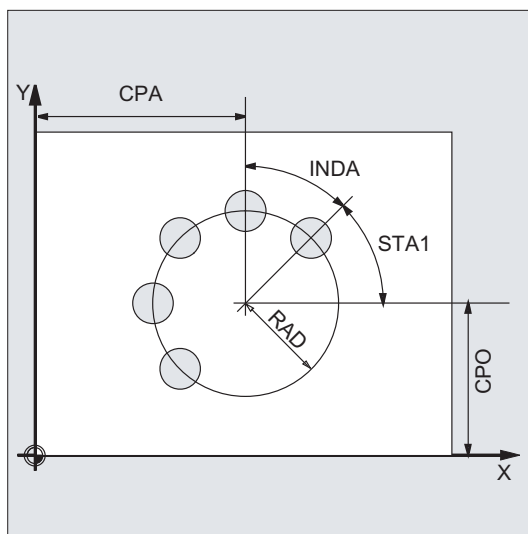
Parâmetros

Parâmetro	Tipo de dados	Descrição
CPA	REAL	Ponto central do círculo de furos (absoluto), primeiro eixo do plano
CPO	REAL	Ponto central do círculo de furos (absoluto), segundo eixo do plano
RAD	REAL	Raio do círculo de furos (inserir sem final)
STA1	REAL	Ângulo inicial Faixa de valores: –180<STA1≤180 graus
INDA	REAL	Ângulo incremental
NUM	INT	Número de furos

Função

Use este ciclo para usinar um círculo de furos. O plano de usinagem deve ser definido antes de o ciclo ser chamado.

O tipo de furo é determinado pelo ciclo de perfuração que já foi chamado modalmente.

Sequência

No ciclo, as posições de perfuração são aproximadas uma depois da outra no plano com G0.

Explicação dos parâmetros

CPA, CPO e RAD (posição do ponto central e raio)

A posição do círculo de furos no plano de usinagem é definida por meio do ponto central (parâmetros CPA e CPO) e raio (parâmetro RAD). Apenas valores positivos são permitidos para o raio.

STA1 e INDA (ângulo inicial e incremental)

Esses parâmetros definem o arranjo dos furos no círculo.

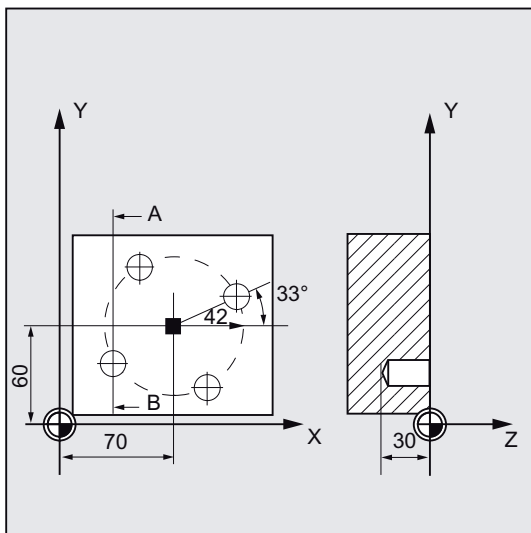
O parâmetro STA1 define o ângulo de rotação entre o sentido positivo do primeiro eixo (abscissa) no sistema de coordenadas da peça ativo antes da chamada do ciclo e o primeiro furo. O parâmetro INDA contém o ângulo de rotação de um furo para o próximo.

Se for atribuído ao parâmetro INDA o valor zero, o ângulo de indexação é calculado internamente do número de furos os quais são posicionados igualmente em um círculo.

NUM (número)

O parâmetro NUM define o número de furos.

Exemplo 1 de programação: Círculo de furos

O programa usaCYCLE82 para produzir quaro furos a uma profundidade de 30 mm. A profundidade final de perfuração é especificada com um valor relativo para o plano de referência. O círculo é definido pelo ponto central X70 Y60 e o raio 42 mm no plano XY. O ângulo inicial é de 33 graus. A distância de segurança no eixo de perfuração Z é 2 mm.

```
N10 G90 F140 S170 M3 T10 D1                 ; Especificação dos valores
                                            tecnológicos
N20 G17 G0 X50 Y45 Z2                       ; Aproximar da posição inicial
N30 MCALL CYCLE82(2, 0, 2, , 30, 0)         ; Chamada modal do ciclo de
                                            perfuração, sem tempo de espera,
                                            DP não é programado
N40 HOLES2 (70, 60, 42, 33, 0, 4)           ; Chamada do ciclo de círculo de
                                            furos; o ângulo incremental é
                                            calculado no ciclo desde que o
                                            parâmetro INDA tenha sido omitido
N50 MCALL                                   ; Desabilitar chamada modal
N60 M02                                     ; Fim do programa
```

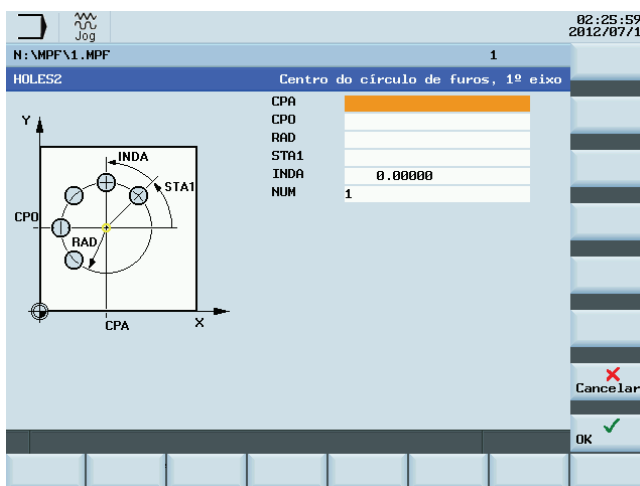
Exemplo 1 de programação Círculo de furos

Proceder através das seguintes etapas:

1. Selecionar a área operacional desejada.

2. Abrir a barra vertical da tecla de função para ciclos de perfuração disponíveis.

3. Pressione esta tecla da barra vertical de teclas de função.

4. Pressione esta tecla de função para abir a janela para este ciclo. Parametrizar o ciclo conforme o desejado.

5. Confirmar as configurações com esta tecla de função. O ciclo é então, automaticamente transferido para o editor do programa como um bloco separado.

2.5.4 Posições arbitrárias - CYCLE802

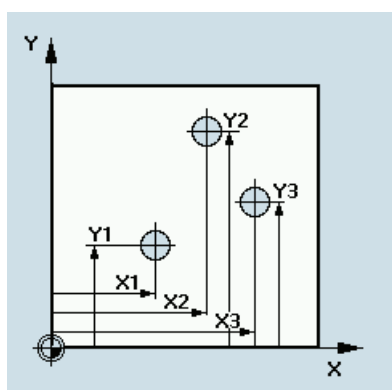
Programação

CYCLE802 (111111111, 111111111, X0, Y0, X1, Y1, X2, Y2, X3, Y3, X4, Y4)

Parâmetros

Parâmetro	Tipo de dados	Descrição
PSYS	INT	Parâmetro interno, apenas o valor-padrão 111111111 é possível
PSYS	INT	Parâmetro interno, apenas o valor-padrão 111111111 é possível
X0	REAL	Primeira posição no eixo X
Y0	REAL	Primeira posição no eixo Y
X1	REAL	Segunda posição no eixo X
Y1	REAL	Segunda posição no eixo Y
X2	REAL	Terceira posição no eixo X
Y2	REAL	Terceira posição no eixo Y
X3	REAL	Quarta posição no eixo X
Y3	REAL	Quarta posição no eixo Y
X4	REAL	Quinta posição no eixo X
Y4	REAL	Quinta posição no eixo Y

Função

Este ciclo permite programar posições livremente, isto é, retangular ou polar. Posições individuais são aproximadas na ordem em que são programadas.

Sequência

A ferramenta de perfuração no programa atravessa todas as posições programadas na ordem de programação. A usinagem das posições sempre inicia no ponto de referência. Se o padrão de posição consistir de apenas uma posição, a ferramenta será retraída ao plano de retração após a usinagem.

Explicação dos parâmetros

X0, Y0...X4, Y4

Todas as posições serão programadas absolutamente.

Exemplo de programação:

Perfuração G17 nas posições

```
X20 Y20
X40 Y25
X30 Y40
N10 G90 G17                             ; Dados de dimensões absolutas plano X/Y
N20 T10                                 ; Seleciona a ferramenta
N30 M06                                 ; Troca de ferramenta
S800 M3                                 ; Velocidade do fuso - rotação do fuso no
                                        sentido horário
M08 F140                                ; Velocidade de avanço Refrigerante
                                        ligado
G0 X0 Y0 Z20                            ; Aproximar da posição inicial
MCALL CYCLE82 (2, 0, 2, -5, 5, 0)       ; Chamada modal da perfuração
N40 CYCLE802 (111111111, 111111111, 20, ; Chama ciclo posições
20, 40, 25, 30, 40)
N50 MCALL                               ; Desabilitar chamada modal
N60 M30                                 ; Fim do programa
```

2.6 Ciclos de fresagem

2.6.1 Requisitos

Condições de chamada e de retorno

Os ciclos de fresagem são programados independentemente do nome de eixo específico.

Antes de chamar os ciclos de fresagem, uma compensação de ferramenta deve ser ativada.

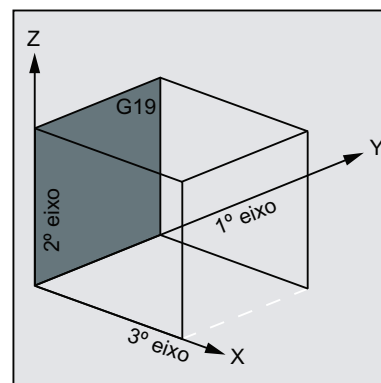
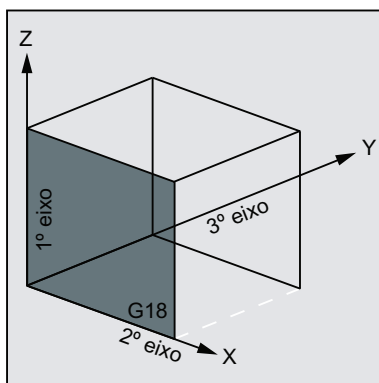
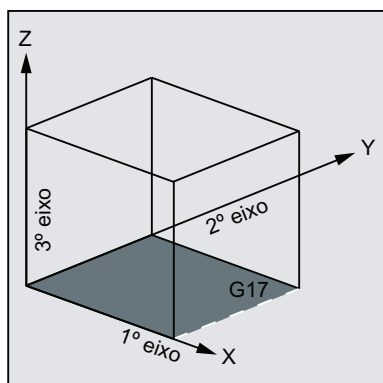
Os valores apropriados de velocidade de avanço, velocidade do fuso e sentido de rotação do fuso devem ser programados no programa de peça se os parâmetros apropriados não forem fornecidos no ciclo de fresagem.

As coordenadas do ponto central para o padrão de fresagem ou a cavidade a ser usinada são programadas em um sistema de coordenadas retangulares.

As funções G ativas antes da chamada do ciclo e o frame programável atual permanece ativo além do ciclo.

Definição do plano

Ciclos de fresagem geralmente consideram que o sistema de coordenadas da peça de trabalho atual foi definido selecionando-se um plano (G17, G18 ou G19) e ativando-se um frame programável (se necessário). O eixo de avanço é sempre o terceiro eixo desse sistema de coordenadas.

Veja a ilustração a seguir para atribuição de plano e eixo:

Mensagens com relação ao estado de usinagem

Durante a execução dos ciclos de usinagem, várias mensagens que referem-se ao estado de usinagem são exibidos na tela. As seguintes mensagens são possíveis:

- "Elongated hole <No.>(first figure) being machined" (Furo oblongo <Nº.>(primeira figura) sendo usinado)
- "Slot <No.>(other figure) being machined" (Ranhura <Nº.>(outra figura) sendo usinada)
- "Circumferential slot <No.>(last figure) being machined" (Ranhura <Nº.>(outra figura) sendo usinada)

Em cada caso, <Nº.> significa o número da figura que está atualmente sendo usinada.

Essa mensagem não interrompe a execução do programa e continua a ser exibida até que a próxima mensagem seja exibida ou o ciclo concluído.

2.6.2 Fresagem lateral - CYCLE71

Programação

CYCLE71 (_RTP, _RFP, _SDIS, _DP, _PA, _PO, _LENG, _WID, _STA, _MID, _MIDA, _FDP, _FALD, _FFP1, _VARI, _FDP1)

Parâmetros

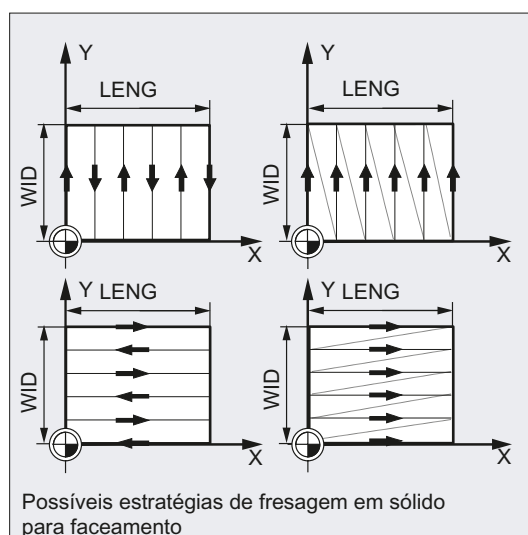
Parâmetro	Tipo de dados	Descrição
_RTP	REAL	Plano de retração (absoluto)
_RFP	REAL	Plano de referência (absoluto)
_SDIS	REAL	Distância de segurança (a ser adicionada ao plano de referência; inserir sem sinal)
_DP	REAL	Profundidade (absoluta)
_PA	REAL	Ponto inicial (absoluto), primeiro eixo do plano
_PO	REAL	Ponto inicial (absoluto), segundo eixo do plano
_LENG	REAL	Comprimento do retângulo ao longo do primeiro eixo, incremental. O canto a partir do qual a dimensão inicia resulta do sinal.
_WID	REAL	Comprimento do retângulo ao longo do segundo eixo, incremental. O canto a partir do qual a dimensão inicia resulta do sinal.
_STA	REAL	Ângulo entre o eixo longitudinal do retângulo e o primeiro eixo do plano (abscissa, inserir sem sinal). Faixa de valores: 0° ≤ STA < 180°
_MID	REAL	Profundidade de avanço máxima (inserir sem sinal)
_MIDA	REAL	Largura de avanço máxima durante usinagem de sólido no plano como um valor (inserir sem sinal)

Parâmetro	Tipo de dados	Descrição
_FDP	REAL	Curso de retração na direção de acabamento (incremental, inserir sem sinal)
_FALD	REAL	Dimensão de acabamento na profundidade (incremental, inserir sem sinal)
_FFP1	REAL	Velocidade de avanço para usinagem de superfície
_VARI	INT	Tipo de usinagem (inserir sem sinal) UNITS DIGIT Valores: 1 desbaste, 2 acabamento TENS DIGIT: Valores: 1: paralelo ao primeiro eixo do plano, em uma direção, 2: paralelo ao segundo eixo do plano, em uma direção 3: paralelo ao primeiro eixo do plano, com direção alternativa 4: paralelo ao segundo eixo do plano, com direção alternativa
_FDP1	REAL	Curso de adiantamento na direção de avanço do plano (incremental, inserir sem sinal)

Função

UseCYCLE71 para fresar qualquer superfície retangular. O ciclo diferencia entre desbaste (usinagem da superfície em várias etapas até atingir a permissão de usinagem final) e acabamento (fresagem da face final em uma etapa). O avanço máximo em largura e profundidade pode ser especificado.

O ciclo opera sem compensação de raio do cortador. O avanço em profundidade é realizado na abertura.

Vela a ilustração a seguir para possíveis estratégias de faceamento:

Possíveis estratégias de fresagem em sólido para faceamento

Sequência

Posição alcançada antes do início do ciclo:

A posição de início é qualquer posição a partir da qual pode-se aproximar do ponto de avanço na altura do plano de retração sem colisão.

O ciclo cria a seguinte sequência de movimentos:

- G0 é aplicado para aproximação do ponto de avanço no nível de posição atual. O plano de referência, trazido para frente pela distância de segurança, é então também aproximado com G0 até essa posição. Em seguida, também com G0, avanço até o plano de usinagem. G0 é possível desde que o avanço na abertura seja possível.

  Há várias estratégias de desbaste (para-axial em uma direção ou para trás e para frente).

- Sequência de movimentos ao desbaste:

  Fresagem lateral pode ser realizada em vários planos com base nos valores programados _DP, _MID e _FALD. A usinagem é realizada de cima para baixo, isto é, um plano cada é removido e então o próximo avanço em profundidade é executado na abertura (parâmetros _FDP parameters). As trajetórias de movimento transversal para usinagem de sólidos no plano dependem dos valores dos parâmetros _LENG, _WID, _MIDA, _FDP, _FDP1 e do raio do cortador da ferramenta ativa.

  A primeira trajetória a ser fresada é sempre atravessada de tal modo que a profundidade de avanço corresponde exatamente a _MIDA, assegurando que nenhum avanço em largura maior do que avanço em largura máximo possível ocorra. O ponto central da ferramenta, portanto, nem sempre se desloca na aresta (apenas se _MIDA = raio do cortador). A dimensão pela qual a ferramenta atravessa fora da aresta é sempre igual ao diâmetro do cortador - _MIDA mesmo se apenas um corte de superfície for realizado, isto é, largura da área + adiantamento é menos do que _MIDA. As outras trajetórias para avanço em largura são calculadas de maneira a produzir uma largura de trajetória uniforme (<= _MIDA).

- Sequência de movimentos ao acabamento:

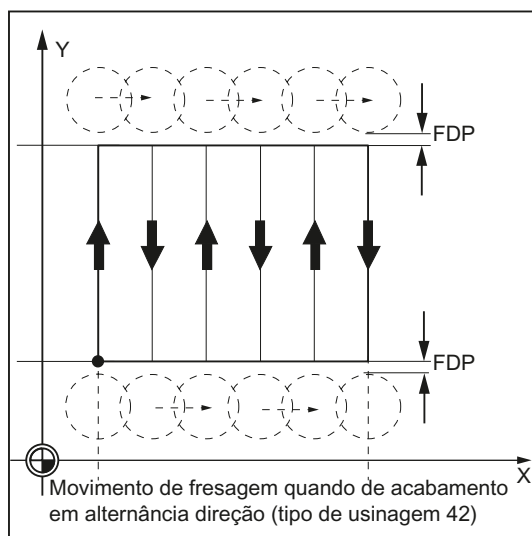
  Ao acabamento, a superfície é fresada no plano uma vez. Isto significa que a permissão de acabamento quando o desbaste tem que ser selecionada também de tal forma que a profundidade residual pode ser removida com a ferramenta de acabamento em uma etapa.

  Após cada passe de fresagem da superfície no plano, a ferramenta retrairá. O curso de retração é programado mediante o parâmetro _FDP.

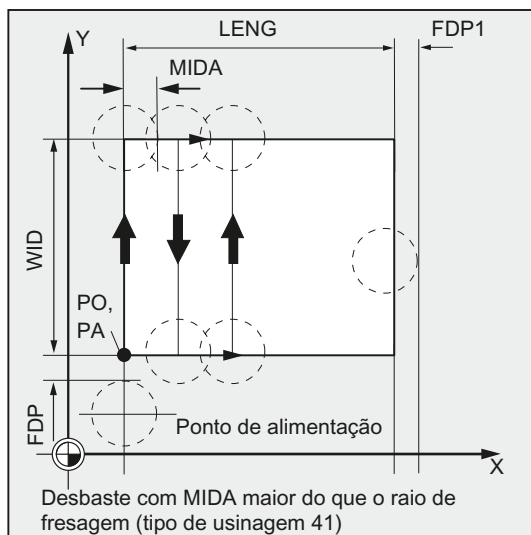
  Usinagem em uma direção para na permissão final de usinagem + distância de segurança e o próximo ponto de início é aproximado em movimento transversal rápido.

  Ao desbaste em uma direção, a ferramenta retrairá pela profundidade de avanço calculada + distância de segurança. O avanço em profundidade é executado no mesmo ponto que no desbaste.

  Depois que o acabamento foi concluído, a ferramenta retrai do último ponto atingido ao plano de retração _RTP.

Veja a ilustração a seguir para movimentos de faceamento:

Explicação dos parâmetros

Para uma explicação dos parâmetros _RTP, _RFP e _SDIS, consulte a seção "Perfuração, centragem - CYCLE81 (Página 128) ".

Para uma explicação dos parâmetros _STA, _MID e _FFP1, consulte a seção "Fresagem de uma cavidade retangular - POCKET3 (Página 229) ".

_DP (profundidade)

A profundidade pode ser especificada como um valor absoluto (_DP) ao plano de referência.

_PA, _PO (ponto de início)

Use os parâmetros _PA e _PO para definir o ponto final da área nos eixos do plano.

_LENG, _WID (comprimento)

Use os parâmetros _LENG e _WID para definir o comprimento e a largura de um retângulo no plano. A posição do retângulo, com relação a _PA e _PO, resulta do sinal.

_MIDA (máx. largura de avanço)

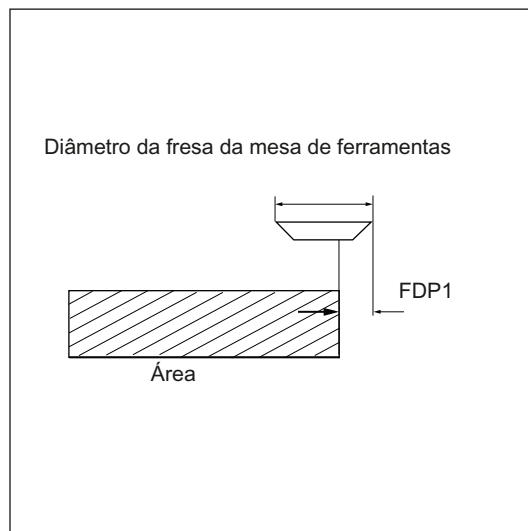
Use este parâmetro para definir a largura de avanço máxima ao usinar em um plano. Analogamente ao método de cálculo conhecido para a profundidade de avanço (distribuição igual da profundidade com valor máximo possível), a largura é distribuída igualmente distribuída, maximalmente com o valor programado em _MIDA.

Se este parâmetro não for programado ou tiver valor 0, o ciclo usará internamente 80% do diâmetro da ferramenta de fresagem como a largura de avanço máxima.

_FDP (curso de retração)

Use este parâmetro para definir a dimensão para o curso de retração no plano. Este parâmetro deve ter sempre um valor razoavelmente maior do que zero.

_FDP1 (curso de adiantamento)

Use este parâmetro para especificar um curso de adiantamento na direção de avanço do plano (_MIDA). Portanto, é possível compensar a diferença entre o raio do cortador atual (por exemplo, raio do cortador ou pontas de corte arranjadas em ângulo). A última trajetória do ponto central da fresa, portanto, sempre resulta como _LENG (ou _WID) + _FDP1 - raio da ferramenta (da tabela de compensação).

_FALD (permissão de acabamento)

Ao desbaste, uma permissão de acabamento na profundidade é levada em consideração, a qual é programada mediante este parâmetro.

O material residual restante como permissão de acabamento deve sempre ser especificado para acabamento para garantir que a ferramenta possa ser retraída e então avançada ao ponto inicial do próximo corte sem colisão.

Se > 0, o parâmetro é ignorado para acabamento.

_VARI (tipo de usinagem)

Use o parâmetro _VARI para definir o tipo de usinagem.

Os valores possíveis são:

- Dígito das unidades:

  1=desbaste até a permissão de acabamento

  2=acabamento
- Dígito das dezenas:

  1=paralelo ao primeiro eixo do plano; unidirecional

  2=paralelo ao segundo eixo do plano; unidirecional

  3=paralelo ao primeiro eixo do plano; com direção alternativa

  4=paralelo ao segundo eixo do plano; com direção alternativa

Se um valor diferente for programado para o parâmetro _VARI, o ciclo é abortado após a geração do alarme 61002 "Machining type defined incorrectly" (Tipo de usinagem definido incorretamente).

Indicação

Uma compensação de ferramenta deve ser programada antes de o ciclo ser programado. Caso contrário, o ciclo é abortado e o alarme 61000 "No tool compensation active" (Nenhuma compensação de ferramenta ativa) é gerada.

Exemplo de programação: Fresagem lateral

Parâmetros para a chamada de ciclo:

Parâmetro	Descrição	Valor
_RTP	Plano de retração	10 mm
_RFP	Plano de referência	0 mm
_SDIS	Folga de referência	2 mm
_DP	Profundidade de fresagem	-11 mm
_PA	Ponto inicial do retângulo	X = 100 mm
_PO	Ponto inicial do retângulo	Y = 100 mm
_LENG	Dimensões do retângulo	X = +60 mm
_WID	Dimensões do retângulo	Y = +40 mm
_STA	Ângulo de rotação no plano	10 graus
_MID	Profundidade de avanço máxima	6 mm
_MIDA	Largura de avanço máxima	10 mm
_FDP	Retração no final da trajetória de fresagem	5 mm
_FALD	Permissão de acabamento em profundidade	Nenhuma permissão de acabamento
_FFP1	Velocidade de avanço no plano	4000 mm/min

Parâmetro	Descrição	Valor
_VARI	Tipo de usinagem	31 (Desbaste paralelo ao eixo X com direção alternativa)
_FDP1	Adiantamento no último corte determinado pela geometria da aresta de corte	2 mm

Uma fresa com raio de 10 mm é usada.

```
N10 T2 D2
N20 G17 G0 G90 G54 G94 F2000 X0 Y0 Z20           ; Aproximar da posição inicial
N30 CYCLE71(10, 0, 2, -11, 100, 100, 60, 40, 10,  ; Chamada do ciclo
6, 10, 5, 0, 4000, 31, 2)
N40 G0 G90 X0 Y0
N50 M02                                           ; Fim do programa
```

2.6.3 Fresagem do contorno - CYCLE72

Programação

CYCLE72 (_KNAME, _RTP, _RFP, _SDIS, _DP, _MID, _FAL, _FALD, _FFP1, _FFD, _VARI, _RL, _AS1, _LP1, _FF3, _AS2, _LP2)

Parâmetros

Parâmetro	Tipo de dados	Descrição
_KNAME	STRING	Nome da sub-rotina de contorno
_RTP	REAL	Plano de retração (absoluto)
_RFP	REAL	Plano de referência (absoluto)
_SDIS	REAL	Distância de segurança (a ser adicionada ao plano de referência; inserir sem sinal)
_DP	REAL	Profundidade (absoluta)
_MID	REAL	Profundidade de avanço máxima (incremental; inserir sem sinal)
_FAL	REAL	Permissão de acabamento no contorno de aresta (inserir sem sinal)
_FALD	REAL	Permissão de acabamento na base (incremental, inserir sem sinal)
_FFP1	REAL	Velocidade de avanço para usinagem de superfície
_FFD	REAL	Velocidade de avanço para avanço em profundidade (inserir sem sinal)

Parâmetro	Tipo de dados	Descrição
_VARI	INT	Tipo de usinagem (inserir sem sinal) UNITS DIGIT Valores: 1: desbaste, 2: acabamento TENS DIGIT: Valores: 0: curso intermediário com G0, 1 curso intermediário com G1 HUNDREDS DIGIT Valores: 0: Retração no final do contorno a _RTP 1: Retração no final do contorno a _RFP + _SDIS 2: Retração por _SDIS no final do contorno 3: Nenhuma retração no final do contorno
_RL	INT	Curso em torno do contorno ou centralmente, à direita ou à esquerda (com G40, G41 ou G42; inserir sem sinal) Valores: 40: G40 (aproximação e retorno, linha reta apenas) 41: G41 42: G42
_AS1	INT	Especificação da direção/trajetória de aproximação: (inserir sem sinal) UNITS DIGIT: Valores: 1: Linha tangencial reta 2: Quadrante 3: Semicírculo TENS DIGIT: Valores: 0: Aproximação ao contorno 1: Aproximação ao contorno em uma trajetória espacial
_LP1	REAL	Comprimento do curso de aproximação (com linha reta) ou raio do arco de aproximação (com círculo) (inserir sem sinal)
Os seguintes parâmetros podem ser selecionados como opções:		
_FF3	REAL	Velocidade de avanço em retração e velocidade de avanço a posições intermediárias no plano (na abertura)

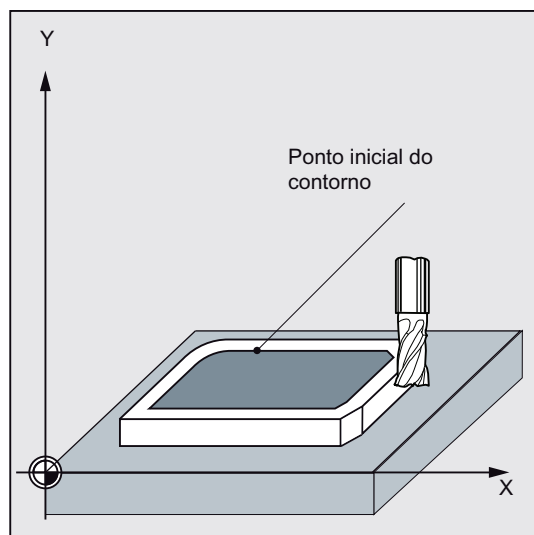
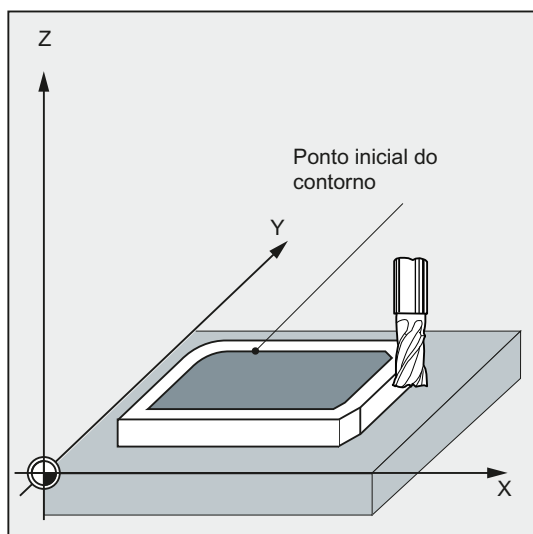
Parâmetro	Tipo de dados	Descrição
_AS2	INT	Especificação da direção/trajetória de retração: (inserir sem sinal) UNITS DIGIT: Valores: 1: Linha tangencial reta 2: Quadrante 3: Semicírculo TENS DIGIT: Valores: 0: Retração a partir do contorno no plano 1: Retração a partir do contorno em uma trajetória espacial
_LP2	REAL	Comprimento do curso de retração (com linha reta) ou raio do arco de retração (com círculo) (inserir sem sinal)

Função

UseCYCLE72 para fresar o comprimento de qualquer contorno definido em uma sub-rotina. O ciclo opera com ou sem compensação de raio do cortador.

Não é imperativo que o contorno seja fechado. A usinagem interna ou externa é definida por meio da posição da compensação do raio do cortador (centralmente, esquerda ou direita do contorno).

O contorno deve ser programado na direção como deve ser usinado e deve consistir em um mínimo de dois blocos de contorno (ponto inicial e final) uma vez que a sub-rotina de contorno é chamada diretamente dentro do ciclo.

Veja a ilustração a seguir para fresagem de trajetória 1:

Veja a ilustração a seguir para fresagem de trajetória 2:

Funções do ciclo

- Seleção de desbaste (passe único atravessando paralelo ao contorno, levando em consideração uma permissão de acabamento, se necessário em várias profundidades até que a permissão de acabamento seja atingida) e acabamento (passe único atravessando ao longo do contorno final se necessário em várias profundidades)
- Aproximação suave do contorno e retração suave do mesmo tangencialmente ou radialmente (quadrante ou semicírculo)
- Avanços em profundidade programáveis
- Movimentos intermediários ou em movimento transversal rápido ou em velocidade de avanço

Sequência

Posição alcançada antes do início do ciclo:

A posição de início é qualquer posição a partir da qual pode-se aproximar do ponto de início do contorno na altura do plano de retração sem colisão.

O ciclo gera a seguinte sequência de movimentos ao desbastar:

Os avanços em profundidade são distribuídos igualmente como o valor máximo possível dos parâmetros especificados.

- Movimento transversal até o ponto de início para a primeira fresagem com G0/G1 (e FF3). Este ponto é calculado internamente no sistema de controle e depende do seguinte:
  - Ponto de início do contorno (primeiro ponto da sub-rotina),
  - Direção do contorno no ponto de início,
  - Modo de aproximação e seus parâmetros
  - Raio da ferramenta

    A compensação do raio do cortador é ativado neste bloco.
- Avanço em profundidade à primeira ou à próxima profundidade de usinagem mais distância de segurança programada com G0/G1. A primeira profundidade de usinagem resulta dos seguintes dados:
  - Profundidade total
  - Sobremetal para acabamento
  - O avanço em profundidade máximo possível
- Aproximação do contorno verticalmente com avanço em profundidade _FFD e depois no plano à velocidade de avanço programada _FFP1 ou 3D com a velocidade de avanço programada mediante _FAD de acordo com a programação para aproximação suave
- Fresagem ao longo do contorno com G40/G41/G42
- Retração suave do contorno com G1 enquanto avanço contínuo para a superfície de usinagem pela quantidade de retração
- Retração com G0 /G1 (e velocidade de avanço para trajetórias intermediárias _FF3), dependendo da programação
- Retração ao ponto de avanço em profundidade com G0/G1 (e _FF3).
- Esta sequência é repetida no próximo plano de usinagem até a permissão de acabamento na profundidade.

Ao completar o desbaste, a ferramenta fica acima do ponto (calculado internamente no sistema de controle) de retração do contorno na altura do plano de retração.

O ciclo gera a seguinte sequência de movimentos ao acabamento:

Durante o acabamento, a fresagem é executada ao avanço pertinente ao longo da base do contorno até a dimensão final ser atingida.

A aproximação e retração suaves do contorno é executada de acordo com os parâmetros existentes. A trajetória apropriada é calculada internamente no sistema de controle.

No final do ciclo, a ferramenta é posicionada no ponto de retração do contorno à altura do nível de retração.

Indicação

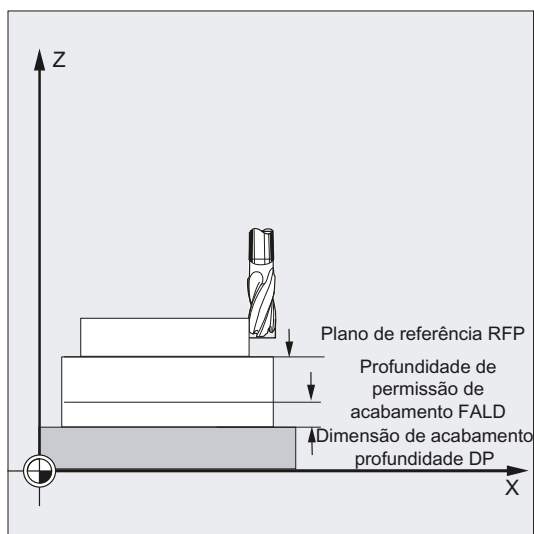
Programação de contorno

Ao programar o contorno, observe o seguinte:

- Nenhum deslocamento de origem programável pode ser selecionado na sub-rotina antes da primeira posição programada.
- O primeiro bloco da sub-rotina de contorno é um bloco de linha reta contendo G90 / G0 ou G90 / G1 e define o início do contorno.
- A condição de início do contorno é a primeira posição no plano de usinagem que é programado na sub-rotina do contorno.
- A compensação de raio do cortador é selecionada pelo ciclo nível mais alto; portanto, nenhum G40, G41, G42 é programado na sub-rotina do contorno.

Explicação dos parâmetros

Para uma explicação dos parâmetros _RTP, _RFP e _SDIS, consulte a seção "Perfuração, centragem - CYCLE81 (Página 128) ".

Para uma explicação dos parâmetros _MID, _FAL, _FALD, _FFP1, _FFD e _DP, consulte a seção "Fresagem de uma cavidade retangular - POCKET3 (Página 229) ".

_KNAME (nome)

O contorno a ser usinado é programado completamente em uma sub-rotina. _KNAME define o nome da sub-rotina de contorno.

- Definir o contorno como uma sub-rotina

  _KNAME = nome da sub-rotina

  – Se a sub-rotina já existe especificar um nome e então continuar.

  – Se a sub-rotina ainda não existe especificar um nome e então pressionar a seguinte tecla de função:

    Arquivo novo

    Um programa com o nome inserido é criado e o programa automaticamente pula para o editor de contorno.

  – Use a seguinte tecla de função para confirmar a entrada e retornar à forma de tela para este ciclo.

    Interface tecnolog.

- Definir o contorno como uma seção do programa chamado

  NPP = nome do rótulo de início: nome do rótulo final

  Entrada:

  – Se o contorno ainda não estiver descrito especificar o nome do rótulo de início a pressionar a seguinte tecla de função:. Se o contorno já estiver descrito (nome do rótulo de início: nome do rótulo final), pressionar diretamente a seguinte tecla de função:

    Adicionar contorno

    O sistema de controle automaticamente cria os rótulos de início e fim são criados automaticamente a partir do nome inserido e o programa salta para o editor de contorno.

  – Use a seguinte tecla de função para confirmar a entrada e retornar à forma de tela para este ciclo

    Interface tecnolog.

Exemplos:

`_KNAME="CONTOUR_1"`	O contorno de fresagem é o programa completo CONTOUR_1.
`_KNAME="START:END"`	O contorno de fresagem é definido como uma seção no programa de chamada, que inicia a partir do bloco contendo o rótulo START ao bloco contendo o rótulo END.

_LP1, _LP2 (comprimento, raio)

Use o parâmetro _LP1 para programar o curso de aproximação ou o raio de aproximação (distância da aresta externa da ferramenta ao ponto de início do contorno) e o parâmetro _LP2 para programar o curso de retração ou o raio de retração (distância da aresta externa da ferramenta ao ponto final do contorno).

Os parâmetros _LP1 e _LP2 devem ser ajustados em >0. No caso de zero, o erro 61116 "Approach or retraction path=0" (Trajetória de aproximação ou retração) é gerado.

Indicação

Ao usar G40, o curso de aproximação ou retração é a distância do ponto central da ferramenta ao ponto inicial o final do contorno.

_VARI (tipo de usinagem)

Use o parâmetro _VARI para definir o tipo de usinagem.

Se um valor diferente for programado para o parâmetro _VARI, o ciclo é abortado após a geração do alarme 61002 "Machining type defined incorrectly" (Tipo de usinagem definido incorretamente).

_RL (desviando o contorno)

Com o parâmetro _RL, programa-se o curso em torno do contorno centralmente, à direita ou à esquerda G40, G41 ou G42.

_AS1, _AS2 (direção/trajetória de aproximação, direção/trajetória de retração)

Use o parâmetro _AS1 para programar a especificação da trajetória de aproximação e _AS2 para programar a da trajetória de retração. Se _AS2 não é programado, então o comportamento da trajetória de retração é análogo ao da trajetória de aproximação.

A aproximação suave do contorno ao longo de uma trajetória espacial (helicoidal ou linha reta) só deve ser programada se a ferramenta ainda não está sendo usada ou é adequada para esse tipo de aproximação.

Veja a ilustração a seguir para _AS1/_AS2:

Evitando o contorno do lado esquerdo ou direito

_AS1/_AS2

Contorno abordado/ retornou de ao longo de uma linha reta

Contorno abordado/ retornou de ao longo de um quarto de círculo

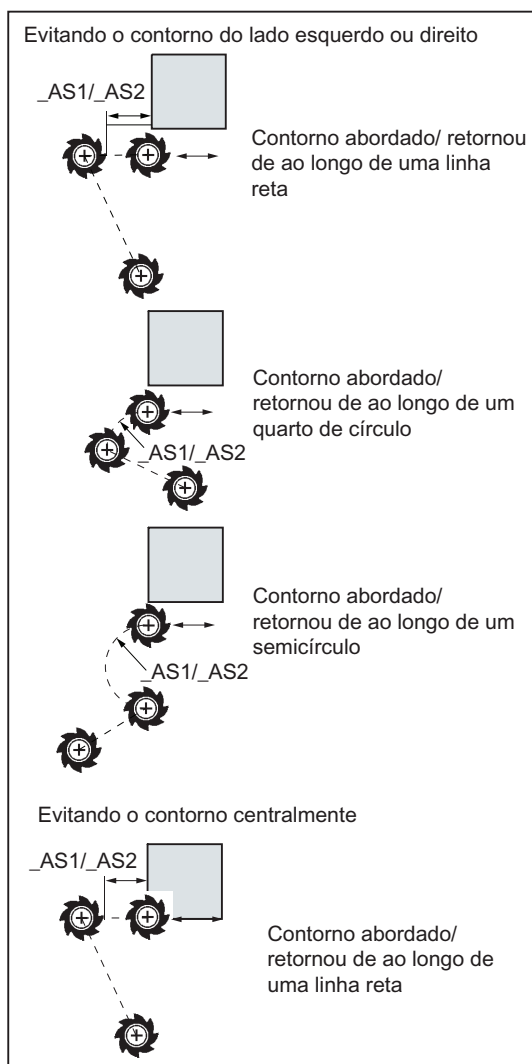
_AS1/_AS2

Contorno abordado/ retornou de ao longo de um semicírculo

_AS1/_AS2

Evitando o contorno centralmente

_AS1/_AS2

Contorno abordado/ retornou de ao longo de uma linha reta

No caso de central (G40), aproximação e retração só são possíveis ao longo de uma linha reta.

_FF3 (velocidade de avanço em retração)

Use o parâmetro _FF3 para definir uma velocidade de avanço em retração para posições intermediárias no plano (na abertura) se os movimentos intermediários devem ser executados em velocidade de avanço (G01). Se nenhum valor de velocidade de avanço é programado, os movimentos intermediários com G01 são executados em velocidade de avanço de superfície.

Indicação

Uma compensação de ferramenta deve ser programada antes de o ciclo ser programado. Caso contrário, o ciclo é abortado e o alarme 61000 "No tool compensation active" (Nenhuma compensação de ferramenta ativa) é gerada.

Exemplo 1 de programação Fresagem em torno de um contorno fechado externamente

Esse programa é usado para fresar o contorno mostrado no diagrama abaixo.

Parâmetros para a chamada de ciclo:

Parâmetro	Descrição	Valor
_RTP	Plano de retração	250 mm
_RFP	Plano de referência	200 mm
_SDIS	Folga de referência	3 mm
_DP	Profundidade de avanço	175 mm
_MID	Profundidade de avanço máxima	10 mm
_FALD	Permissão de acabamento em profundidade	1,5 mm
_FFD	Avanço em profundidade em velocidade de avanço	400 mm/min
_FAL	Permissão de acabamento no plano	1 mm
_FFP1	Velocidade de avanço no plano	800 mm/min
_VARI	Tipo de usinagem	111 (Desbaste até a permissão de acabamento; trajetórias intermediárias com G1, para retração de trajetórias intermediárias em Z a _RFP + _SDIS)
Parâmetros para aproximação:		
_RL	G41 - esquerda do contorno, isto é, usinagem externa	41
_LP1	Aproximação e retração em um quadrante do plano	raio 20 mm
_FF3	Taxa de avanço da retração	1.000 mm/min

```
N10 T3 D1                                              ; T3: Fresa com raio 7
N20 S500 M3 F3000                                      ; Velocidade de avanço e
                                                       velocidade do fuso no programa
N30 G17 G0 G90 X100 Y200 Z250 G94                      ; Aproximar da posição inicial
N40 CYCLE72("EX72CONTOUR", 250, 200, 3, 175,           ; Chamada do ciclo
10,1, 1.5, 800, 400, 111, 41, 2, 20, 1000, 2,
20)
N50 X100 Y200
N60 M02                                                ; Fim do programa
EX72CONTOUR.SPF                                        ; Sub-rotina para fresagem de
                                                       contorno (para exemplo)
N100 G1 G90 X150 Y160                                  ; Ponto de início do contorno
N110 X230 CHF=10
N120 Y80 CHF=10
N130 X125
N140 Y135
N150 G2 X150 Y160 CR=25
N160 M2
```

Exemplo 2 de programação Fresagem em torno de um contorno fechado externamente

Com esse programa, o mesmo contorno é fresado como no exemplo 1. A diferença é que a programação do contorno está agora no programa de chamada.

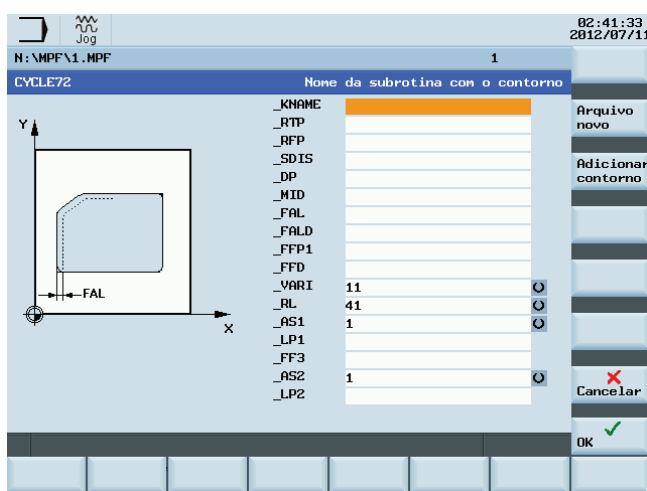
```
N10 T3 D1                                              ; T3: Fresa com raio 7
N20 S500 M3 F3000                                      ; Velocidade de avanço e
                                                       velocidade do fuso no programa
N30 G17 G0 G90 X100 Y200 Z250 G94                      ; Aproximar da posição inicial
N40 CYCLE72 ( "PIECE245:PIECE245E", 250, 200, 3,       ; Chamada do ciclo
175, 10,1, 1.5, 800, 400, 11, 41, 2, 20, 1000,
2, 20)
N50 X100 Y200
N60 M02
N70 PIECE245:                                          ; Contorno
N80 G1 G90 X150 Y160
N90 X230 CHF=10
N100 Y80 CHF=10
N110 X125
N120 Y135
N130 G2 X150 Y160 CR=25
N140 PIECE245E:                                        ; Fim do contorno
N150 M2
```

Exemplo 3 de programação

Proceder através das seguintes etapas:

1. Selecionar a área operacional desejada.

2. Abrir a barra vertical da tecla de função para ciclos de perfuração disponíveis.

3. Pressione esta tecla de função para abir a janela para CYCLE72. Inserir um nome no primeiro campo de inserção.

4. Pressionar uma das seguintes duas teclas de função. O programa automaticamente salta para a forma de tela do editor de programa.

Se deseja editar e armazenar o contorno em uma sub-rotina, pressionar esta tecla de função.

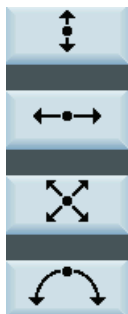
Se deseja editar e armazenar o contorno como uma seção de um programa principal, pressionar esta tecla de função.

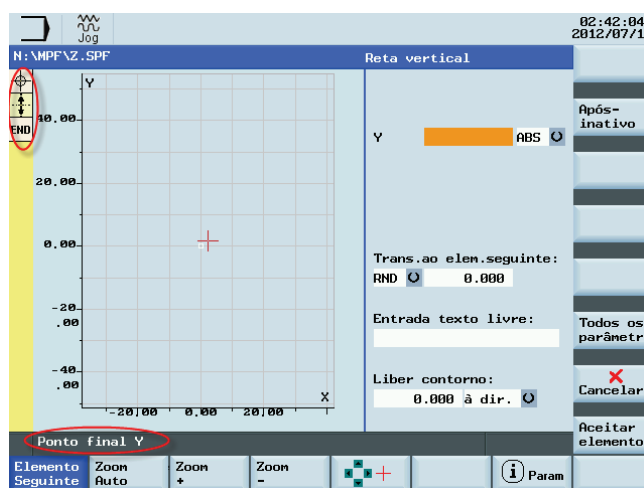
5. Pressione esta tecla de função para abrir o editor de contorno. Parametrizar os elementos de contorno passo a passo.

   Inicialmente definir um ponto de partida de contorno e selecionar como chegar a ele.

   Observação:

   Os passos 5 a 10 abaixo descrevem as etapas básicas para edição de elementos de contorno. Para mais informações sobre programação no editor de contorno, consulte o Manual de programação e operação de fresagem do SINUMERIK 808D (Parte 1).

6. Pressionar esta tecla de função para confirmar as configurações.

7. Selecionar a direção de usinagem desejada e configure com a correspondente tecla de função. Especificar as coordenadas correspondentes de acordo com os desenhos.

   A direção selecionada aparece no canto esquerdo da tela e o texto descritivo correspondente é dado na linha de informação na parte de baixo da tela.

Aceitar elemento

8. Pressionar esta tecla de função para confirmar as configurações.

9. Selecionar diferentes elementos para definir o contorno até que se complete a programação do contorno.

10. Pressione esta tecla de função para armazenar a informação de contorno.

11. Pressione esta tecla de função para retornar à forma de tela para CYCLE72. Parametrizar os dados do ciclo de tecnologia como desejado.

12. Confirmar as configurações com esta tecla de função. O ciclo é então, automaticamente transferido para o editor de programa.

    Observação:

    O programa do ciclo criado como uma seção do programa principal deve ser armazenado após o comando M30.

13. Se se desejar recompilar o ciclo, pressionar esta tecla de função.

2.6.4 Fresar um ressalto retangular - CYCLE76

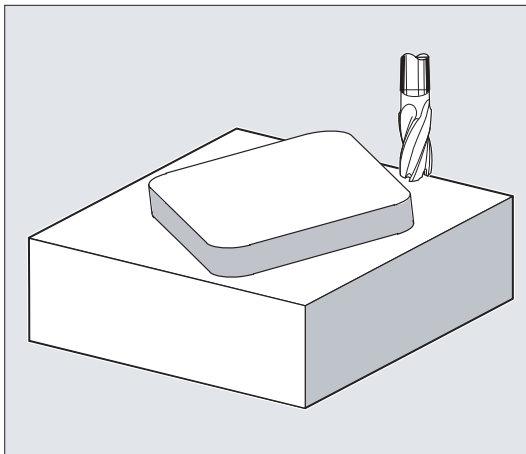
Programação

CYCLE76 (RTP, RFP, SDIS, DP, DPR, LENG, WID, CRAD, PA, PO, STA, MID, FAL, FALD, FFP1, FFD, CDIR, VARI, AP1, AP2)

Parâmetros

Parâmetro	Tipo de dados	Descrição
RTP	REAL	Plano de retração (absoluto)
RFP	REAL	Plano de referência (absoluto)
SDIS	REAL	Distância de segurança (inserir sem sinal)
DP	REAL	Profundidade final de perfuração (absoluta)
DPR	REAL	Profundidade final de perfuração relativa ao plano de referência (inserir sem sinal)
LENG	REAL	Comprimento do ressalto
WID	REAL	Largura do ressalto
CRAD	REAL	Raio do canto do ressalto (inserir sem sinal)
PA	REAL	Ponto de referência do ressalto, abscissa (absoluto)
PO	REAL	Ponto de referência do ressalto, ordenada (absoluto)
STA	REAL	Ângulo entre o eixo longitudinal e o primeiro eixo do plano
MID	REAL	Profundidade em profundidade máximo (incremental; inserir sem sinal)
FAL	REAL	Permissão de usinagem final no contorno de margem (incremental)
FALD	REAL	Permissão de acabamento na base (incremental, inserir sem sinal)
FFP1	REAL	Velocidade de avanço no contorno
FFD	REAL	Velocidade de avanço para avanço em profundidade
CDIR	INT	Direção de fresagem (inserir sem sinal) Valores: 0: Fresagem com movimento na mesma direção do material 1: Fresagem convencional 2: Com G2 (independente do sentido do fuso) 3: Com G3
VARI	INT	Tipo de usinagem Valores: 1: Desbaste até a permissão final de usinagem 2: Acabamento (permissão X/Y/Z=0)
AP1	REAL	Comprimento do ressalto bruto
AP2	REAL	Largura do ressalto bruto

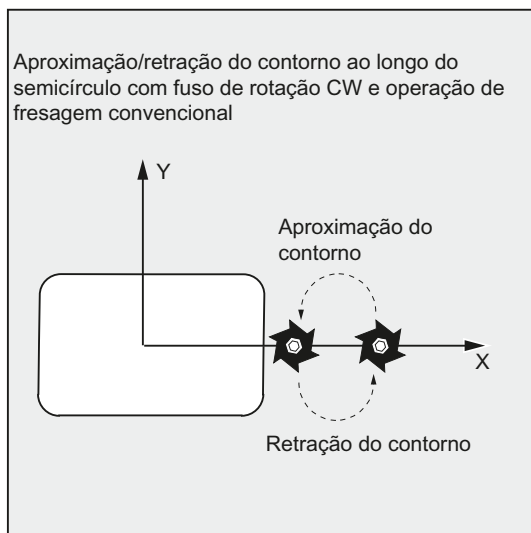
Função

Use esse ciclo para usinar ressaltos retangulares no plano de usinagem. Para acabamento, uma fresa axial é necessária. O avanço em profundidade é sempre executado na posição depois da aproximação em semicírculo ao contorno.

Sequência

Posição alcançada antes do início do ciclo:

O ponto inicial é uma posição na faixa positiva da abscissa com o semicírculo de aproximação e a dimensão bruta programada no final da abscissa levada em consideração.

Sequência de movimentos ao desbaste (VARI=1):

- Aproximação/retração do contorno:

O plano de retração (RTP) é aproximado em velocidade transversal rápida para então poder se posicionar no ponto de início no plano de usinagem nessa altura. O ponto de início é definido em relação a 0 graus da abscissa.

A ferramenta é avançada à distância de segurança (SDIS) em movimento transversal rápido atravessando subsequentemente até a profundidade de usinagem em velocidade de avanço. Para aproximar do contorno do ressalto, a ferramenta desloca-se ao longo de uma trajetória semicircular.

A direção de fresagem pode ser determinada ou como fresagem na mesma direção de movimento do material ou fresagem convencional em relação à direção do fuso.

Se o ressalto é desviado uma vez, o contorno é deixado ao longo de um semicírculo no plano e a ferramenta é avançada à próxima profundidade de usinagem.

Em seguida ocorre a reaproximação ao contorno ao longo de um semicírculo e o ressalto atravessado uma vez. Esse processo é repetido até que a profundidade do ressalto programada seja atingida. Em seguida, ocorre a aproximação ao plano de retração (RTP) em velocidade de movimento transversal rápido.

- Avanço em profundidade:
  - Avanço à distância de segurança
  - Inserção para profundidade de usinagem

A primeira profundidade de usinagem é calculada da profundidade total, permissão de acabamento e avanço em profundidade máximo possível.

Sequência de movimentos ao acabamento (VARI=2):

Dependendo dos valores ajustados FAL e FALD, o acabamento é executado no contorna da superfície ou na base ou ambos juntos. A estratégia de aproximação corresponde aos movimentos no plano como com desbaste.

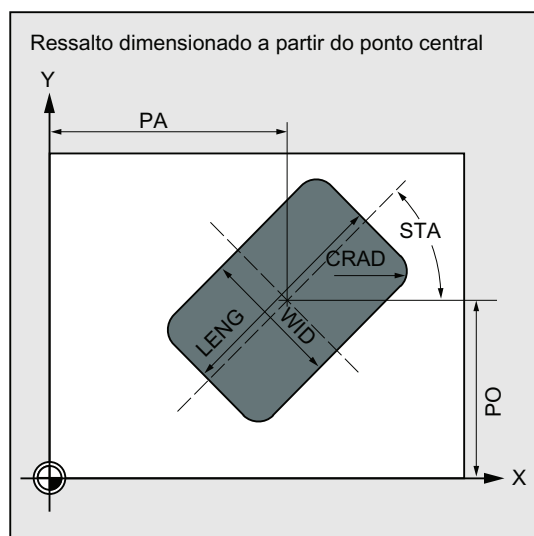
Explicação dos parâmetros

Para uma explicação dos parâmetros RTP, RFP SDIS, DP e DPR, consulte a seção "Perfuração, centragem - CYCLE81 (Página 128) ".

Para uma explicação dos parâmetros MID, FAL, FALD, FFP1 e FFD, consulte a seção "Fresagem de uma cavidade retangular - POCKET3 (Página 229) ".

LENG, WID e CRAD (comprimento do ressalto, largura do ressalto e raio do canto)

Use os parâmetros LENG, WID e CRAD para definir a forma de uma ranhura no plano.

O ressalto é sempre dimensionado a partir do centro. O comprimento (LENG) sempre se refere à abscissa (com um ângulo de plano de 0 graus).

PA, PO (ponto de referência)

Use os parâmetros PA e PO para definir o ponto de referência do ressalto ao longo da abscissa e da ordenada.

Esse é o ponto central do ressalto.

STA (ângulo)

STA especifica o ângulo entre o primeiro eixo do plano (abscissa) e o eixo longitudinal do ressalto.

CDIR (direção de fresagem)

Use este parâmetro para especificar a direção de usinagem para o ressalto.

Usando o parâmetro CDIR, a direção de fresagem pode ser programada diretamente com "2 para G2" e "3 para G3" ou alternativamente com "fresagem síncrona" ou "fresagem convencional".

A fresagem na mesma direção de movimento do material e a fresagem convencional são determinadas internamente por meio do sentido de rotação do fuso ativado antes de chamar o ciclo.

Fresagem na mesma direção de movimento do material	Fresagem convencional
M3 → G3	M3 → G2
M4 → G2	M4 → G3

VARI (tipo de usinagem)

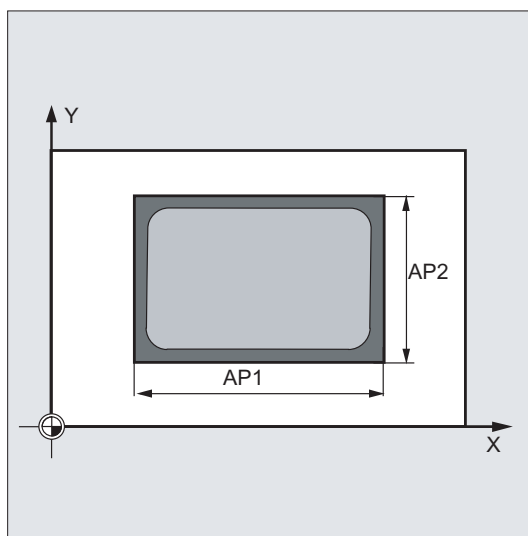
Use o parâmetro VARI para definir o tipo de usinagem.

Os valores possíveis são:

- 1=desbastes
- 2=acabamento

AP1, AP2 (dimensões do bruto)

Ao usinar o ressalto, é possível levar em consideração as dimensões brutas (por exemplo, ao usinar peças de pré-fundição).

O tamanho básico para comprimento e largura (AP1 e AP2) são programados sem sinal e suas posições simétricas em torno do centro do ressalto são computadas no ciclo. O raio internamente calculado do semicírculo de aproximação depende da dimensão.

Indicação

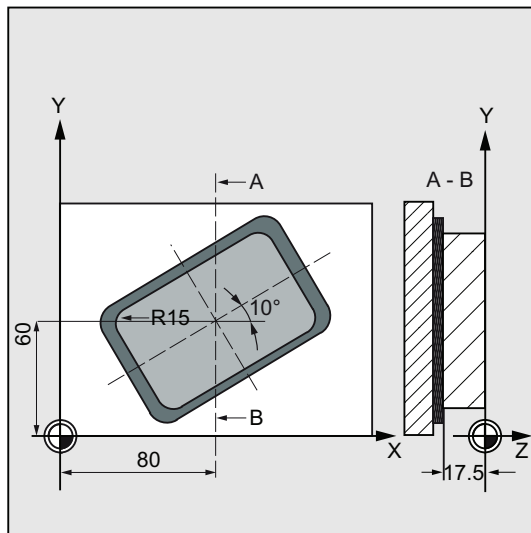
Uma compensação de ferramenta deve ser programada antes de o ciclo ser programado. Caso contrário, o ciclo é cancelado e o alarme 61009 "Número da ferramenta=0" é gerado.

Internamente no ciclo, uma novo sistema de coordenadas da peça de trabalho atual é utilizado, o qual influência a exibição do valor real. O ponto zero do sistema de coordenadas deve se encontrar no ponto central da cavidade.

No final do ciclo, o sistema de coordenadas original é ativado novamente.

Exemplo de programação: Ressalto

Use este programa para usinar no plano XY um ressalto de 60 mm de comprimento, 40 mm de largura e raio do canto de 15 mm. O ressalto tem um ângulo de 10 graus em relação ao eixo X e é pré-fabricado com uma permissão de comprimento de 80 mm e uma permissão de largura de 50 mm.

Veja o seguinte exemplo de programação para ressalto retangular:

```
N10 G90 G0 G17 X100 Y100 T20 D1 S3000 M3          ; Especificação dos valores
                                                  tecnológicos
N11 M6
N30 CYCLE76 (10, 0, 2, -17.5, , 60, 40, 15, 80,   ; Chamada do ciclo
60, 10, 11, , , 900, 800, 0, 1, 80, 50)
N40 M30                                           ; Fim do programa
```

2.6.5 Fresagem de ressalto circular - CYCLE77

Programação

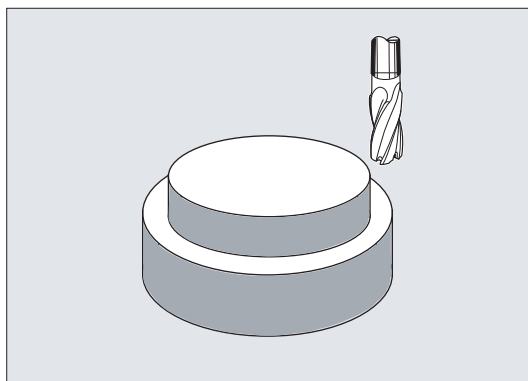
CYCLE77 (RTP, RFP, SDIS, DP, DPR, PRAD, PA, PO, MID, FAL, FALD, FFP1, FFD, CDIR, VARI, AP1)

Parâmetros

Os seguintes parâmetros de entrada são sempre requeridos:

Parâmetro	Tipo de dados	Descrição
RTP	REAL	Plano de retração (absoluto)
RFP	REAL	Plano de referência (absoluto)
SDIS	REAL	Distância de segurança (inserir sem sinal)
DP	REAL	Profundidade (absoluta)
DPR	REAL	Profundidade relativa ao plano de referência (inserir sem sinal)
PRAD	REAL	Diâmetro do ressalto (inserir sem sinal)
PA	REAL	Ponto central do ressalto, abscissa (absoluto)
PO	REAL	Ponto central do ressalto, ordenada (absoluto)
MID	REAL	Profundidade em profundidade máximo (incremental; inserir sem sinal)
FAL	REAL	Permissão de usinagem final no contorno de margem (incremental)
FALD	REAL	Permissão de acabamento na base (incremental, inserir sem sinal)
FFP1	REAL	Velocidade de avanço no contorno
FFD	REAL	Velocidade de avanço para avanço em profundidade (ou avanço espacial)
CDIR	INT	Direção de fresagem (inserir sem sinal) Valores: 0: Fresagem com movimento na mesma direção do material 1: Fresagem convencional 2: Com G2 (independente do sentido do fuso) 3: Com G3
VARI	INT	Tipo de usinagem Valores: 1: Desbaste até a permissão final de usinagem 2: Acabamento (permissão X/Y/Z=0)
AP1	REAL	Comprimento do ressalto bruto

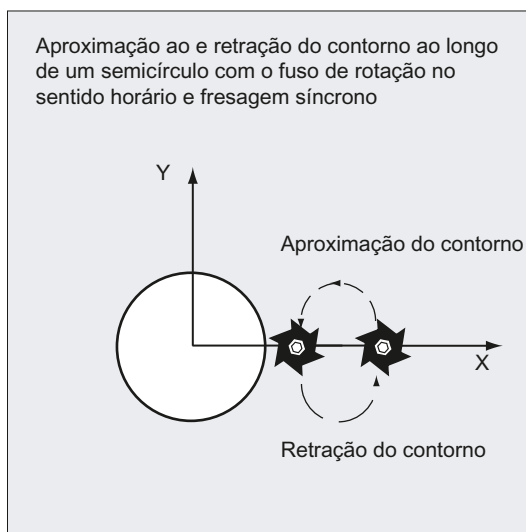
Função

Use esse ciclo para usinar ressaltos circulares no plano de usinagem. Para acabamento, uma fresa axial é necessária. O avanço em profundidade é sempre executado na posição antes da aproximação em semicírculo ao contorno.

Sequência

Posição alcançada antes do início do ciclo:

O ponto inicial é uma posição na faixa positiva da abscissa com o semicírculo de aproximação e a dimensão bruta programada levada em consideração.

Sequência de movimentos ao desbaste (VARI=1):

- Aproximação/retração do contorno:

O plano de retração (RTP) é aproximado em velocidade transversal rápida para então poder se posicionar no ponto de início no plano de usinagem nessa altura. O ponto de origem é definido em relação a 0 graus do eixo das abscissas.

A ferramenta é avançada à distância de segurança (SDIS) em movimento transversal rápido atravessando subsequentemente até a profundidade de usinagem em velocidade de avanço. Para a aproximação ao contorno, a ferramenta é aproximada ao longo de uma trajetória semicircular usando o ressalto bruto programado.

A direção de fresagem pode ser determinada ou como fresagem na mesma direção de movimento do material ou fresagem convencional em relação à direção do fuso.

Se o ressalto é desviado uma vez, o contorno é deixado ao longo de um semicírculo no plano e a ferramenta é avançada à próxima profundidade de usinagem.

Em seguida ocorre a reaproximação ao contorno ao longo de um semicírculo e o ressalto atravessado uma vez. Esse processo é repetido até que a profundidade do ressalto programada seja atingida.

Em seguida, ocorre a aproximação ao plano de retração (RTP) em velocidade de movimento transversal rápido.

- Avanço em profundidade:
  - Avanço à distância de segurança
  - Inserção para profundidade de usinagem

A primeira profundidade de usinagem é calculada da profundidade total, permissão de acabamento e avanço em profundidade máximo possível.

Sequência de movimentos ao acabamento (VARI=2):

De acordo com os valores ajustados FAL e FALD, o acabamento é executado no contorna da superfície ou na base ou ambos juntos. A estratégia de aproximação corresponde aos movimentos no plano como com desbaste.

Explicação dos parâmetros

Para uma explicação dos parâmetros RTP, RFP SDIS, DP e DPR, consulte a seção "Perfuração, centragem - CYCLE81 (Página 128) ".

Para uma explicação dos parâmetros MID, FAL, FALD, FFP1 e FFD, consulte a seção "Fresagem de uma cavidade retangular - POCKET3 (Página 229) ".

PRAD (diâmetro do ressalto)

Inserir o diâmetro sem sinal.

PA, PO (ponto central do ressalto)

Use os parâmetros PA e PO para definir o ponto de referência do ressalto.

CDIR (direção de fresagem)

Use este parâmetro para especificar a direção de usinagem para o ressalto. Usando o parâmetro CDIR, a direção de fresagem pode ser programada diretamente com "2 para G2" e "3 para G3" ou alternativamente com "fresagem síncrona" ou "fresagem convencional".

A fresagem na mesma direção de movimento do material e a fresagem convencional são determinadas internamente por meio do sentido de rotação do fuso ativado antes de chamar o ciclo.

Fresagem na mesma direção de movimento do material	Fresagem convencional
M3 → G3	M3 → G2
M4 → G2	M4 → G3

VARI (tipo de usinagem)

Use o parâmetro VARI para definir o tipo de usinagem. Os valores possíveis são:

- 1=desbastes
- 2=acabamento

AP1 (diâmetro do ressalto bruto)

Use este parâmetro para definir a dimensão bruta do ressalto (sem sinal). O raio internamente calculado do semicírculo de aproximação depende da dimensão.

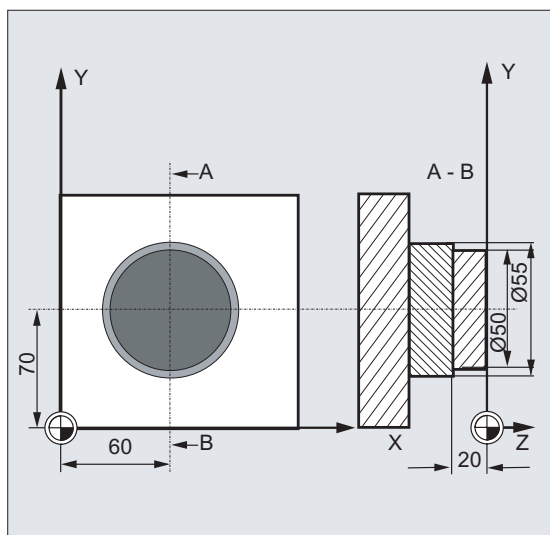
Indicação

Uma compensação de ferramenta deve ser programada antes de o ciclo ser programado. Caso contrário, o ciclo é cancelado e o alarme 61009 "Active tool number=0" (Número da ferramenta=0) é gerado. Internamente no ciclo, uma novo sistema de coordenadas da peça de trabalho atual é utilizado, o qual influência a exibição do valor real. O ponto zero do sistema de coordenadas deve se encontrar no ponto central da cavidade.

No final do ciclo, o sistema de coordenadas original é ativado novamente.

Exemplo de programação: Ressalto circular

Usinar um ressalto a partir do bruto com um diâmetro de 55 mm e um avanço máximo de 10 mm por corte; especificação de uma permissão de usinagem final para acabamento subsequente da superfície do ressalto. Toda a usinagem é executada com rotação reversa.

Veja o seguinte exemplo de programação para ressalto retangular:

```
N10 G90 G17 G0 S1800 M3 D1 T1                    ; Especificação dos valores
                                                 tecnológicos
N11 M6
N20 CYCLE77 (10, 0, 3, -20, ,50, 60, 70, 10,     ; Chamada de ciclo de desbaste
0.5, 0, 900, 800, 1, 1, 55)
N30 D1 T2 M6                                     ; Trocar ferramenta
```

```
N40 S2400 M3                                    ; Especificação dos valores
                                                tecnológicos
N50 CYCLE77 (10, 0, 3, -20, , 50, 60, 70, 10, 0,  ; Chamada de ciclo de acabamento
0, 800, 800, 1, 2, 55)
N40 M30                                         ; Fim do programa
```

2.6.6 Furos longos localizados em um círculo - LONGHOLE

Programação

LONGHOLE (RTP, RFP, SDIS, DP, DPR, NUM, LENG, CPA, CPO, RAD, STA1, INDA, FFD, FFP1, MID)

Parâmetros

Parâmetro	Tipo de dados	Descrição
RTP	REAL	Plano de retração (absoluto)
RFP	REAL	Plano de referência (absoluto)
SDIS	REAL	Distância de segurança (inserir sem sinal)
DP	REAL	Profundidade da ranhura (absoluta)
DPR	REAL	Profundidade da ranhura em relação ao plano de referência (inserir sem sinal)
NUM	INT	Número de ranhuras
LENG	REAL	Comprimento da ranhura (inserir sem sinal)
CPA	REAL	Ponto central do círculo (absoluto), primeiro eixo do plano
CPO	REAL	Ponto central do círculo (absoluto), segundo eixo do plano
RAD	REAL	Raio do círculo (inserir sem sinal)
STA1	REAL	Ângulo inicial
INDA	REAL	Ângulo incremental
FFD	REAL	Velocidade de avanço para avanço em profundidade
FFP1	REAL	Velocidade de avanço para usinagem de superfície
MID	REAL	Profundidade de avanço máxima para um avanço (inserir sem sinal)

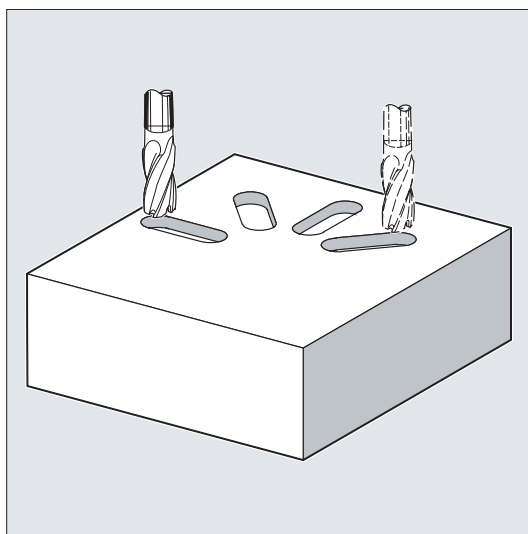
Indicação

O ciclo requer uma fresa com um "corte de dente final através do centro" (DIN844).

Função

Use este círculo para usinar furos longos localizados em um círculo. O eixo longitudinal dos furos longos é alinhado radialmente.

Em contraste à ranhura, a largura do furo longo é determinada pelo diâmetro da ferramenta.

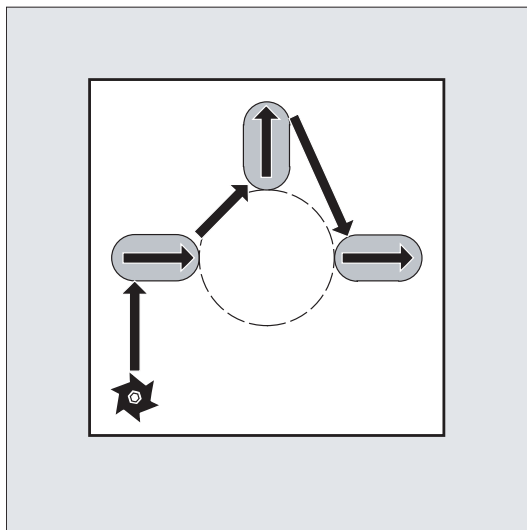
Internamente no círculo, uma trajetória de movimento transversal ideal da ferramenta é determinada, eliminando passes ociosos desnecessários. Se vários avanços em profundidade forem necessários para usinar uma ranhura, o avanço é executado alternativamente nos pontos finais. A trajetória a ser atravessada ao longo do eixo longitudinal do furo longo muda sua direção após cada avanço. O ciclo busca a trajetória mais curta ao mudar ao próximo furo longo.

Sequência

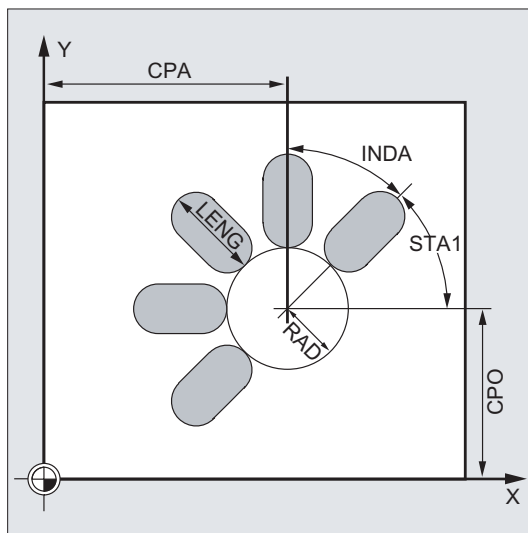
Posição alcançada antes do início do ciclo:

A posição de início é qualquer posição a partir da qual pode-se aproximar de cada um dos furos longos sem colisão.

O ciclo cria a seguinte sequência de movimentos:

- Usando G0, aproxima-se da aposição de início para o ciclo. Em ambos os eixos do plano atual, o próximo ponto final da primeira ranhura a ser usinado é aproximado na altura do plano de retração neste aplicado e então o aplicado é abaixado ao plano de referência trazido para frente pela distância de segurança.
- Cada furo longo é usinado em um movimento recíproco. A usinagem no plano é executada usando G1 e a velocidade de avanço programada mediante FFP1. O avanço à próxima profundidade de usinagem calculada usando G1 internamente no ciclo e usando velocidade de avanço é executado em cada ponto reverso até que a profundidade final seja atingida.
- A retração ao plano de retração usando G0 e aproximação ao próximo furo longo na trajetória mais curta.

- Depois que o último furo longo foi usinado, a ferramenta é movida com G0 à posição no plano de usinagem, que foi atingido por último e que é especificado no diagrama abaixo e o ciclo é terminado.

Explicação dos parâmetros

Para uma explicação dos parâmetros RTP, RFP e SDIS, consulte a seção "Perfuração, centragem - CYCLE81 (Página 128) ".

DP e DPR (profundidade do furo longo)

A profundidade do furo longo pode ser especificada ou absoluta (DP) ou relativa (DPR) ao plano de referência.

Com especificação relativa o ciclo calcula a profundidade resultante automaticamente usando as posições dos planos de referência e retração.

NUM (número)

Use o parâmetro NUM para especificar o número de furos longos.

LENG (comprimento do furo longo)

O comprimento do furo longo é programado mediante LENG.

Se for detectado no ciclo que este comprimento é menor do que o diâmetro de fresagem, o círculo é abortado com o alarme 61105 "O raio de fresagem é muito grande".

MID (profundidade de avanço)

Use este parâmetro para definir a profundidade de avanço máxima.

A profundidade de avanço é executada pelo ciclo em passos de avanço igualmente dimensionados.

Usando MID e a profundidade total, o ciclo calcula automaticamente este avanço que recai entre 0.5 x a profundidade de avanço máxima e a profundidade de avanço máxima. O número mínimo possível de passos de avanço é utilizado como base. MID=0 significa que o corte da profundidade da cavidade é realizado com um avanço.

O avanço em profundidade inicia a partir do plano de referência trazido para frente pela distância de segurança (dependendo de _ZSD[1]).

FFD e FFP1 (velocidade de avanço para profundidade e superfície)

A velocidade de avanço FFP1 é ativa para todos os movimentos no plano atravessado à velocidade de avanço. FFD age para avanço verticalmente a este plano.

CPA, CPO e RAD (ponto central e raio)

Define-se a posição do círculo no plano de usinagem pelo ponto central (CPA, CPO) e o raio (RAD). Apenas valores positivos são permitidos para o raio.

STA1 e INDA (ângulo inicial e incremental)

O arranjo dos furos longos no círculo é definido por esses parâmetros.

Se INDA=0, o ângulo de índice é calculado a partir do número de furos longos, de maneira que eles são igualmente distribuídos em torno do círculo.

Indicação

Uma compensação de ferramenta deve ser programada antes de o ciclo ser programado. Caso contrário, o ciclo é abortado e o alarme 61000 "No tool compensation active" (Nenhuma compensação de ferramenta ativa) é gerada.

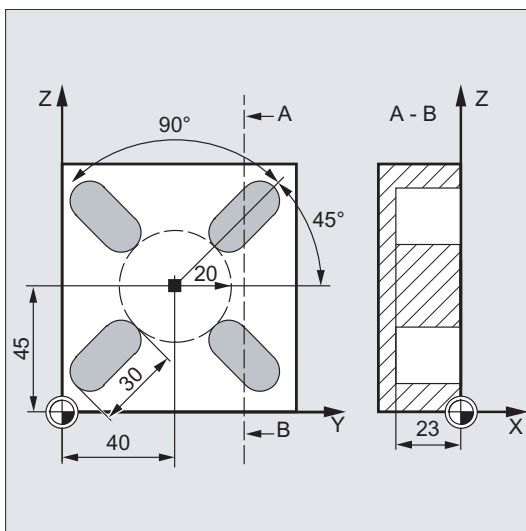
Se violações de contorno mútuas das ranhuras resultam de valores incorretos dos parâmetros que determinam a disposição e o tamanho das ranhuras, o ciclo não iniciará a usinagem. O ciclo é abortado e a mensagem de erro 61104 "Contour violation of slots/elongated holes" (Violação de contorno das ranhuras/furos alongados) é gerado.

Durante o ciclo, o sistema de coordenadas da peça de trabalho é corrigido e rotacionado. Os valores no sistema de coordenadas da peça de trabalho são mostrados na exibição do valor real tal que o eixo longitudinal do furo longo sendo usinado é posicionado no primeiro eixo do plano de usinagem atual.

Depois que o ciclo foi concluído, o sistema de coordenadas da peça de trabalho está novamente na mesma posição em que estava antes de o ciclo ter sido chamado.

Exemplo de programação: Usinagem de ranhuras

Usando este programa, pode-se usinar quatro ranhuras de 30 mm de comprimento e profundidade relativa de 23 mm (diferença entre o plano de referência e a raiz da ranhura), que são dispostas em um círculo com o ponto central Y40 Z45 e raio de 20 mm no plano YZ. O ângulo inicial é 45°, o ângulo incremental é 90°. A profundidade máxima de avanço é 6 mm, a distância de segurança é 1 mm.

Veja o seguinte exemplo de programação para aberturas de usinagem:

`N10 G19 G90 D9 T10 S600 M3`	`; Especificação dos valores tecnológicos`
`N20 G0 Y50 Z25 X5`	`; Aproximar da posição inicial`
`N30 LONGHOLE (5, 0, 1, , 23, 4, 30, 40, 45, 20, 45, 90, 100 , 320, 6)`	`; Chamada do ciclo`
`N40 M02`	`; Fim do programa`

2.6.7 Ranhuras em um círculo - SLOT1

Programação

SLOT1 (RTP, RFP, SDIS, DP, DPR, NUM, LENG, WID, CPA, CPO, RAD, STA1, INDA, FFD, FFP1, MID, CDIR, FAL, VARI, MIDF, FFP2, SSF, FALD, STA2, DP1)

Parâmetro

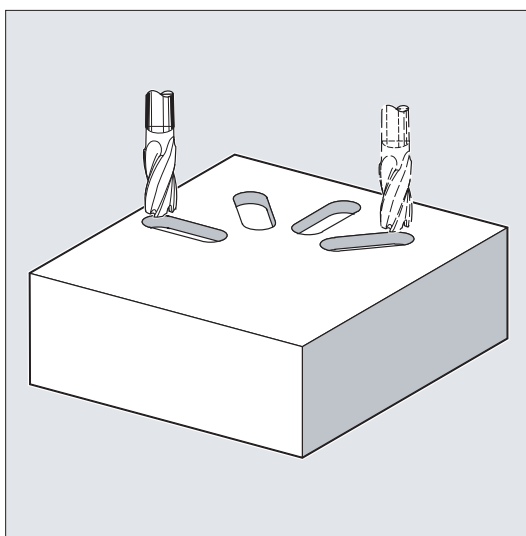
Parâmetro	Tipo de dados	Descrição
RTP	REAL	Plano de retração (absoluto)
RFP	REAL	Plano de referência (absoluto)
SDIS	REAL	Distância de segurança (inserir sem sinal)
DP	REAL	Profundidade da ranhura (absoluta)
DPR	REAL	Profundidade da ranhura em relação ao plano de referência (inserir sem sinal)
NUM	INT	Número de ranhuras
LENG	REAL	Comprimento da ranhura (inserir sem sinal)
WID	REAL	Largura da ranhura (inserir sem sinal)
CPA	REAL	Ponto central do círculo (absoluto), primeiro eixo do plano
CPO	REAL	Ponto central do círculo (absoluto), segundo eixo do plano
RAD	REAL	Raio do círculo (inserir sem sinal)
STA1	REAL	Ângulo inicial
INDA	REAL	Ângulo incremental
FFD	REAL	Velocidade de avanço para avanço em profundidade
FFP1	REAL	Velocidade de avanço para usinagem de superfície
MID	REAL	Profundidade de avanço máxima para um avanço (inserir sem sinal)
CDIR	INT	Direção de fresagem para usinagem de ranhura Valores: 2 (para G2), 3 (para G3)
FAL	REAL	Permissão de acabamento na aresta da ranhura (inserir sem sinal)
VARI	INT	Tipo de usinagem Valores: 0 = usinagem completa, 1 = desbaste, 2 = acabamento
MIDF	REAL	Profundidade de avanço máxima para acabamento
FFP2	REAL	Taxa de avanço para acabamento
SSF	REAL	Velocidade ao acabamento
FALD	REAL	Permissão de acabamento na base da ranhura (inserir sem sinal)
STA2	REAL	Ângulo de inserção máximo para movimento de oscilação
DP1	REAL	Profundidade de inserção por revolução para hélice (incremental)

Indicação

O ciclo requer uma fresa com um "corte de dente final através do centro" (DIN844).

Função

O cicloSLOT1 é um ciclo combinado de desbaste de acabamento.

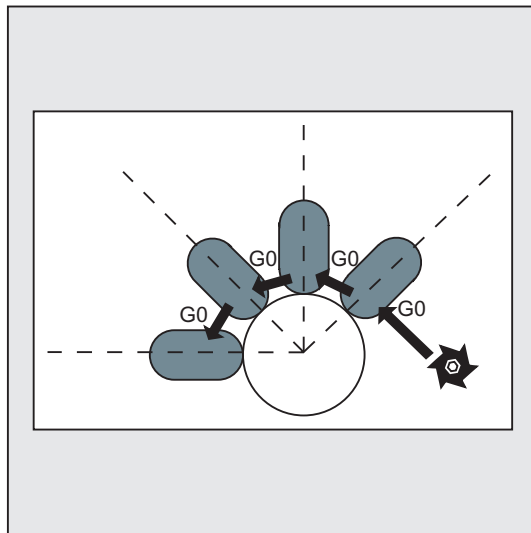
Use este círculo para usinar ranhuras dispostas em um círculo. O eixo longitudinal das ranhuras é alinhado radialmente. Em contraste ao furo longo, um valor é definido para a largura da ranhura.

Sequência

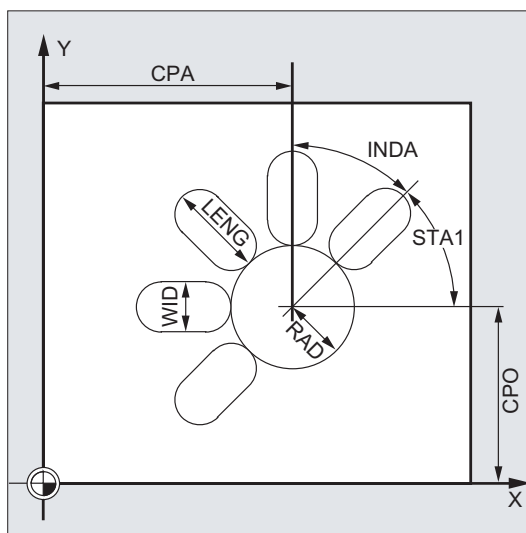
Posição alcançada antes do início do ciclo:

A posição de início pode ser qualquer posição a partir da qual pode-se aproximar de cada uma das ranhuras sem colisão.

O ciclo cria a seguinte sequência de movimentos:

- Aproximação à posição no início do ciclo indicada naSLOT1 ilustração da sequência com G0.
- A usinagem completa de uma ranhura é executada nas seguintes etapas:
  - Aproximação do plano de referência antecipado pela distância de segurança com o uso de G0
  - Avanço à próxima profundidade de usinagem com G1 e com valor da velocidade de avanço FFD
  - Usinagem em sólido da ranhura à permissão de acabamento na aresta da ranhura com o valor da velocidade de avanço FFP1. Em seguida acabamento com o valor da velocidade de avanço FFP2 e velocidade do fuso SSF ao longo do contorno de acordo com a direção de usinagem programada mediante CDIR.
  - O avanço em profundidade é sempre executado na mesma posição no plano de usinagem até que a profundidade final da ranhura seja atingida.

- Retraia a ferramenta ao plano de retração e mova à próxima ranhura com G0.
- Depois que a última ranhura foi usinada, a ferramenta é movida com G0 à posição final no plano de usinagem, que é especificado no diagrama abaixo e o ciclo é terminado.

Explicação dos parâmetros

Para uma explicação dos parâmetros RTP, RFP e SDIS, consulte a seção "Perfuração, centragem - CYCLE81 (Página 128) ".

DP e DPR (profundidade da ranhura)

A profundidade da ranhura pode ser especificada ou absoluta (DP) ou relativa (DPR) ao plano de referência.

Com especificação relativa o ciclo calcula a profundidade resultante automaticamente usando as posições dos planos de referência e retração.

NUM (número)

Use o parâmetro NUM para especificar o número de ranhuras.

LENG e WID (comprimento da ranhura e largura da ranhura)

Use os parâmetros LENG e WID para definir a forma de uma ranhura no plano. O diâmetro da fresa deve ser menor do que a largura da ranhura. Caso contrário, alarme 61105 "Raio do cortador muito grande" será ativado e o ciclo abortado.

O diâmetro da fresa não deve ser menor do que metade da largura da ranhura. Esse não é verificado.

CPA, CPO e RAD (ponto central e raio)

Define-se a posição do círculo no plano de usinagem pelo ponto central (CPA, CPO) e o raio (RAD). Apenas valores positivos são permitidos para o raio.

STA1 e INDA (ângulo inicial e incremental)

O arranjo da ranhura no círculo é definido por esses parâmetros.

O STA1 define o ângulo entre o sentido positivo do primeiro eixo (abscissa) no sistema de coordenadas da peça ativo antes da chamada do ciclo e a primeira ranhura. O parâmetro INDA contém o ângulo de uma ranhura à próxima.

Se INDA=0, o ângulo de incremento é calculado a partir do número de ranhuras de maneira que elas são dispostas igualmente em torno do círculo.

FFD e FFP1 (velocidade de avanço para profundidade e superfície)

A velocidade de avanço FFD é ativa para todos os movimentos de avanço perpendiculares ao plano de usinagem.

A velocidade de avanço FFP1 é ativa para todos os movimentos no plano atravessado à velocidade de avanço ao desbastar.

MID (profundidade de avanço)

Use este parâmetro para definir a profundidade de avanço máxima.

A profundidade de avanço é executada pelo ciclo em passos de avanço igualmente dimensionados.

Usando MID e a profundidade total, o ciclo calcula automaticamente este avanço que recai entre 0.5 x a profundidade de avanço máxima e a profundidade de avanço máxima. O número mínimo possível de passos de avanço é utilizado como base. MID=0 significa que o corte da profundidade da ranhura é realizado com um avanço.

O avanço em profundidade começa no plano de referência movido para frente pela distância de segurança.

CDIR (direção de fresagem)

Use este parâmetro para especificar a direção de usinagem para a ranhura. Os valores possíveis são:

- "2" para G2
- "3" para G3

Se o parâmetro for ajustado com um valor ilegal, então a mensagem "Direção de fresagem errada, G3 será gerado" será exibido na linha de mensagem. Neste caso, o ciclo é continuado e G3 é automaticamente gerado.

FAL (permissão de acabamento)

Use este parâmetro para programar uma permissão de acabamento na aresta da ranhura. FAL não influencia o avanço em profundidade.

Se o valor de FAL for maior do que o permitido para a largura especificada e a fresa usada, FAL é automaticamente reduzida ao valor máximo possível. No caso de desbaste, a fresagem é executada com um movimento recíproco e avanço em profundidade em ambos pontos finais da ranhura.

VARI, MIDF, FFP2 e SSF (tipo de usinagem, profundidade de avanço, velocidade de avanço e velocidade)

Use o parâmetro VARI para definir o tipo de usinagem.

Os valores possíveis são:

- 0=usinagem completa em duas partes
  - Usinagem em sólido da ranhura (SLOT1 , SLOT2) à permissão de acabamento é executada à velocidade do fuso programada antes de o ciclo ser chamado e com velocidade avanço FFP1. O avanço em profundidade é definido com MID.
  - A usinagem em sólido da permissão de acabamento restante é executada à velocidade do fuso por meio de SSF e da velocidade de avanço FFP2. O avanço em profundidade é definido com MIDF.

    Se MIDF=0, o avanço é executado reto à profundidade final.
  - Se FFP2 não é programada, a velocidade de avanço FFP1 é ativada. Isso também se aplica analogamente se SSF não é especificada, isto é, a velocidade programada antes da chamada do ciclo se aplicará.
- 1=Desbaste

  A ranhura (SLOT1,SLOT2) é usinada em sólido até a permissão de acabamento à velocidade programada ante da chamada do ciclo e à velocidade de avanço FFP1. O avanço em profundidade é programado mediante MID.
- 2=Acabamento

  O ciclo requer que a ranhura (SLOT1, SLOT2) já seja usinada à permissão de acabamento residual e que só seja necessário usinar a permissão de acabamento final. Se FFP2 e SSF não forem programados, a velocidade de avanço FFP1 ou a velocidade programada antes da chamada de ciclo é ativada. O avanço em profundidade é definido com MIDF.

Se um valor diferente for programado para o parâmetro _VARI, o ciclo é abortado após a geração do alarme 61102 "Machining type defined incorrectly" (Tipo de usinagem definido incorretamente).

FALD (permissão de acabamento na aresta da ranhura)

Ao desbastar, uma permissão de acabamento separada é levada em consideração na base.

DP1

Use o parâmetro DP1 para definir a profundidade de avanço ao inserir a trajetória helicoidal.

STA2 (ângulo de inserção)

Use o parâmetro STA2 para definir o raio da trajetória helicoidal (relativa à trajetória do ponto central da ferramenta) ou o ângulo de inserção máximo para o movimento recíproco.

- Inserção vertical

  O avanço em profundidade vertical ocorre na mesma posição no plano de usinagem desde que a ranhura seja atingida pela profundidade final.

- Oscilação da inserção no eixo central da ranhura

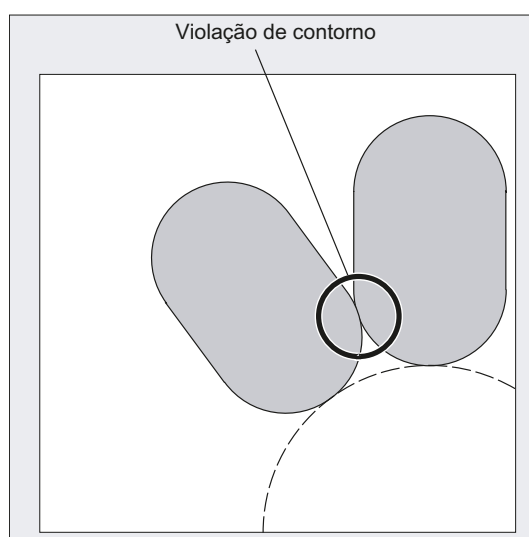
  Isto significa que o ponto central da fresagem em uma linha reta oscilando para trás e para frente é inserido em um ângulo até que tenha atingido a profundidade atual mais próxima. O ângulo de inserção máximo é programada por meio de STA2 e o comprimento da trajetória de oscilação é calculado a partir de LENG-WID. O avanço em profundidade oscilante termina no mesmo ponto que com os movimentos de avanço em profundidade vertical; o ponto de início no plano é calculado correspondentemente. A operação de desbaste começa no plano uma vez que a profundidade atual é atingida. A velocidade de avanço é programada por meio de FFD.

Indicação

Uma compensação de ferramenta deve ser programada antes de o ciclo ser programado. Caso contrário, o ciclo é abortado e o alarme 61000 "No tool compensation active" (Nenhuma compensação de ferramenta ativa) é gerada.

Se valores incorretos forem atribuído aos parâmetros que determinam a disposição e o tamanho das ranhuras e portanto causa violação de contorno mútua das ranhuras, o ciclo não é iniciado. O ciclo é abortado e a mensagem de erro 61104 "Contour violation of slots/elongated holes" (Violação de contorno das ranhuras/furos alongados) é gerado.

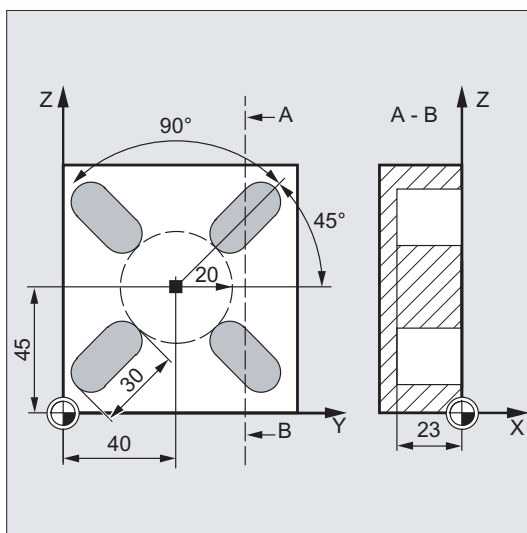
Durante o ciclo, o sistema de coordenadas da peça de trabalho é corrigido e rotacionado. Os valores no sistema de coordenadas da peça de trabalho mostrados na exibição de valor real são tais que o eixo longitudinal da ranhura que acabou de ser usinada corresponde ao primeiro eixo do plano de usinagem atual.

Depois que o ciclo foi concluído, o sistema de coordenadas da peça de trabalho está novamente na mesma posição em que estava antes de o ciclo ter sido chamado.

Exemplo de programação: Ranhuras

Quatro ranhuras são usinadas.

As ranhuras têm as seguintes dimensões: Comprimento 30 mm, largura 15 mm e profundidade 23 mm. A distância de segurança é 1 mm, a permissão de usinagem final é 0.5 mm, a direção de usinagem é G2, o avanço máximo em profundidade é 6 mm.

A ranhura deve ser usinada completamente. O avanço durante o acabamento deve ser executado diretamente à profundidade da cavidade e a mesma velocidade de avanço e velocidade devem ser usadas.

Veja o seguinte exemplo de programação para ranhuras de usinagem:

```
N10 G17 G90 T1 D1 S600 M3                             ; Especificação dos valores
                                                      tecnológicos
N20 G0 X20 Y50 Z5                                     ; Aproximar da posição inicial
N30 SLOT1(5, 0, 1, -23, , 4, 30, 15, 40, 45, 20,      ; Chamada do ciclo, parâmetros
45, 90, 100, 320, 6, 2, 0.5, 0, , 0, )                VARI, MIDF, FFP2 e SSF omitidos
N40 M02                                               ; Fim do programa
```

2.6.8 Ranhura circunferencial - SLOT2

Programação

SLOT2 (RTP, RFP, SDIS, DP, DPR, NUM, AFSL, WID, CPA, CPO, RAD, STA1, INDA, FFD, FFP1, MID, CDIR, FAL, VARI, MIDF, FFP2, SSF, FFCP)

Parâmetros

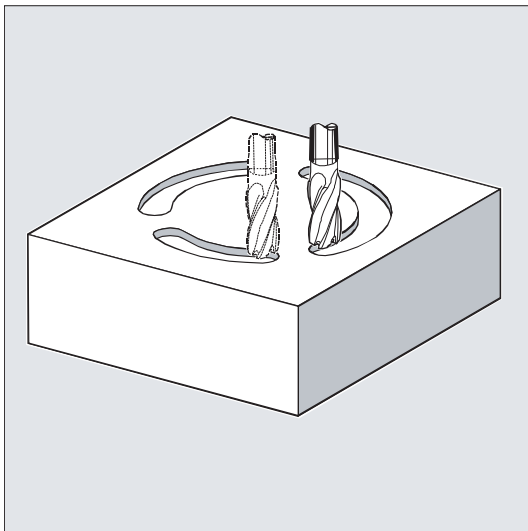
Parâmetro	Tipo de dados	Descrição
RTP	REAL	Plano de retração (absoluto)
RFP	REAL	Plano de referência (absoluto)
SDIS	REAL	Distância de segurança (inserir sem sinal)
DP	REAL	Profundidade da ranhura (absoluta)
DPR	REAL	Profundidade da ranhura em relação ao plano de referência (inserir sem sinal)
NUM	INT	Número de ranhuras
AFSL	REAL	Ângulo para o comprimento da ranhura (inserir sem sinal)
WID	REAL	Largura da ranhura circunferencial (inserir sem sinal)
CPA	REAL	Ponto central do círculo (absoluto), primeiro eixo do plano
CPO	REAL	Ponto central do círculo (absoluto), segundo eixo do plano
RAD	REAL	Raio do círculo (inserir sem sinal)
STA1	REAL	Ângulo inicial
INDA	REAL	Ângulo incremental
FFD	REAL	Velocidade de avanço para avanço em profundidade
FFP1	REAL	Velocidade de avanço para usinagem de superfície
MID	REAL	Profundidade de avanço máxima para um avanço (inserir sem sinal)
CDIR	INT	Direção de fresagem para usinagem de ranhura circunferencial Valores: 2 (para G2), 3 (para G3)
FAL	REAL	Permissão de acabamento na aresta da ranhura (inserir sem sinal)
VARI	INT	Tipo de usinagem Valores: 0 = usinagem completa, 1 = desbaste, 2 = acabamento
MIDF	REAL	Profundidade de avanço máxima para acabamento
FFP2	REAL	Taxa de avanço para acabamento
SSF	REAL	Velocidade ao acabamento
FFCP	REAL	Velocidade de avanço para posicionamento intermediário em uma trajetória circular, em mm/min

Indicação

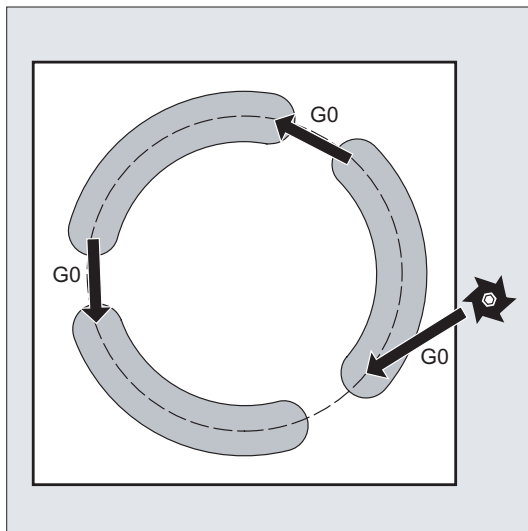
O ciclo requer uma fresa com um "corte de dente final através do centro" (DIN844).

Função

O cicloSLOT2 é um ciclo combinado de desbaste de acabamento.

Use este círculo para usinar ranhuras circunferenciais dispostas em um círculo.

Sequência

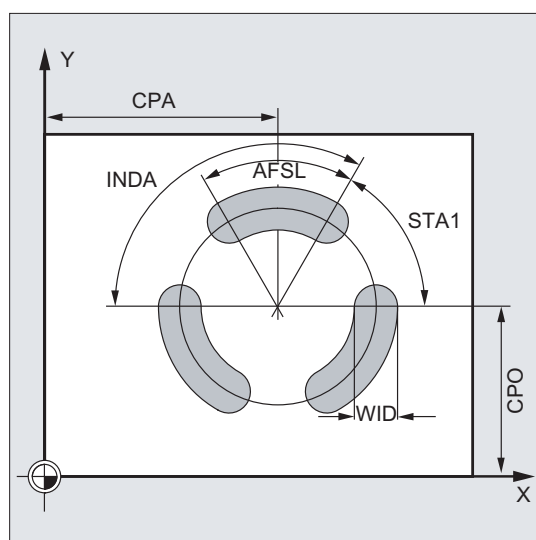
Posição alcançada antes do início do ciclo:

A posição de início pode ser qualquer posição a partir da qual pode-se aproximar de cada uma das ranhuras sem colisão.

O ciclo cria a seguinte sequência de movimentos:

- G0 é usada para aproximar à posição especificada no diagrama abaixo no início do ciclo.
- As etapas ao usinar uma ranhura circunferencial são as mesmas que ao usinar um furo oblongo.
- Depois que uma fenda circunferencial é usinada completamente, a ferramenta é retraída ao plano de retração e a próxima ranhura é usinada com G0.
- Depois que a última ranhura foi usinada, a ferramenta é movida com G0 à posição final no plano de usinagem, que é especificado no diagrama abaixo e o ciclo é terminado.

Explicação dos parâmetros

Para uma explicação dos parâmetros RTP, RFP e SDIS, consulte a seção "Perfuração, centragem - CYCLE81 (Página 128) ".

Para explicação dos parâmetros DP, DPR, FFD, FFP1, MID, CDIR, FAL, VARI, MIDF, FFP2 e SSF, consulte a seção "Ranhuras em um círculo - SLOT1 (Página 216) ".

NUM (número)

Use o parâmetro NUM para especificar o número de ranhuras.

AFSL e WID (ângulo e largura da ranhura circunferencial)

Use os parâmetros AFSL e WID para definir a forma de uma ranhura no plano. O ciclo verifica se a largura da ranhura é violada como a ferramenta ativa. Caso contrário, alarme 61105 "Raio do cortador muito grande" será ativado e o ciclo abortado.

CPA, CPO e RAD (ponto central e raio)

Define-se a posição do círculo no plano de usinagem pelo ponto central (CPA, CPO) e o raio (RAD). Apenas valores positivos são permitidos para o raio.

FFCP

Use o parâmetro FFCP para programar uma velocidade de avanço especial para posicionamento intermediário na trajetória circular.

STA1 e INDA (ângulo inicial e incremental)

O arranjo das ranhuras circunferenciais no círculo é definido por esses parâmetros.

O STA1 define o ângulo entre o sentido positivo do primeiro eixo (abscissa) no sistema de coordenadas da peça ativo antes da chamada do ciclo e a primeira ranhura.

O parâmetro INDA contém o ângulo de uma ranhura circunferencial à próxima.

Se INDA=0, o ângulo de incremento é calculado a partir do número de ranhuras circunferenciais de maneira que elas são dispostas igualmente em torno do círculo.

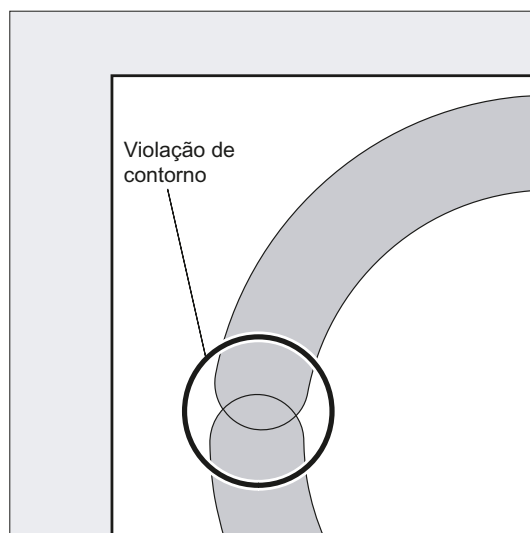
Indicação

Uma compensação de ferramenta deve ser programada antes de o ciclo ser programado. Caso contrário, o ciclo é abortado e o alarme 61000 "No tool compensation active" (Nenhuma compensação de ferramenta ativa) é gerada.

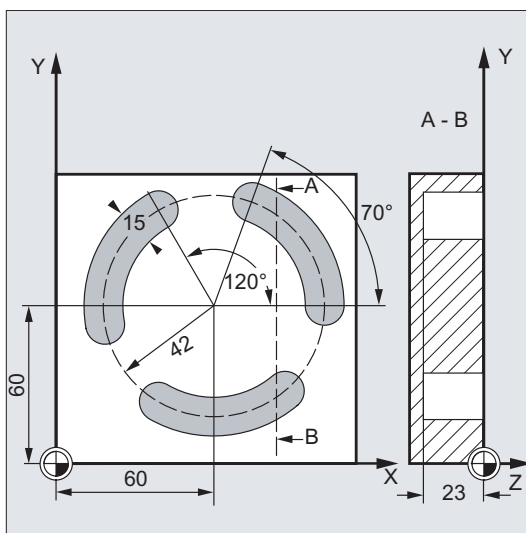
Se valores incorretos forem atribuído aos parâmetros que determinam a disposição e o tamanho das ranhuras e portanto causa violação de contorno mútua das ranhuras, o ciclo não é iniciado.

O ciclo é abortado e a mensagem de erro 61104 "Contour violation of slots/elongated holes" (Violação de contorno das ranhuras/furos alongados) é gerado.

Durante o ciclo, o sistema de coordenadas da peça de trabalho é corrigido e rotacionado. A exibição do valor real no sistema de coordenadas da peça de trabalho é sempre mostrada tal que a ranhura circunferencial sendo atualmente usinada inicia no primeiro eixo do nível de processamento atual e o ponto zero do sistema de coordenadas da peça de trabalho é o centro do círculo.

Depois que o ciclo foi concluído, o sistema de coordenadas da peça de trabalho está novamente na mesma posição em que estava antes de o ciclo ter sido chamado.

Exemplo 1 de programação: Slots2

Use este programa para usinar três ranhuras circunferenciais dispostas em um círculo com ponto central X60 Y60 e raio 42 mm no plano XY. As ranhuras circunferenciais têm as seguintes dimensões: Largura 15 mm, ângulo para comprimento da ranhura 70 graus, profundidade de 23 mm. O ângulo inicial é de 0 graus, o ângulo incremental é de 120 graus. Os contornos da ranhura são usinados a uma permissão de usinagem final de 0.5 mm, a distância de segurança no eixo de avanço Z é 2 mm, a profundidade máxima é 6 mm. Velocidade e velocidade de avanço devem ser a mesmo ao acabamento. O avanço ao acabamento deve ser executado à profundidade da ranhura.

Veja o seguinte exemplo de programação para ranhura circunferencial:

`N10 G17 G90 T1 D1 S600 M3`	`; Especificação dos valores tecnológicos`
`N20 G0 X60 Y60 Z5`	`; Aproximar da posição inicial`
`N30 SLOT2(2, 0, 2, -23, , 3, 70, 15, 60, 60, 42, , 120, 100, 300, 6, 2, 0.5, 0, , 0, )`	`; Chamada do ciclo` `Plano de referência+SDIS=plano de retração significa: Baixando no eixo de avanço com G0 ao plano de referência+SDIS não mais aplicável, parâmetros VAR, MIDF, FFP2 e SSF omitidos`
`N40 M02`	`; Fim do programa`

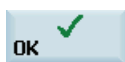
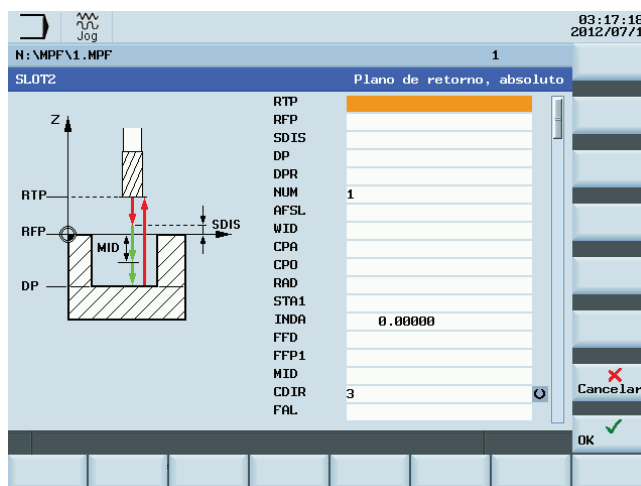
Exemplo 2 de programação Slots2

Proceder através das seguintes etapas:

1. Selecionar a área operacional desejada.

2. Abrir a barra vertical da tecla de função para ciclos de perfuração disponíveis.

3. Pressione esta tecla da barra vertical de teclas de função.

4. Pressione esta tecla de função para abir a janela para SLOT2. Parametrizar o ciclo conforme o desejado.

5. Confirmar as configurações com esta tecla de função. O ciclo é então, automaticamente transferido para o editor de programa.

2.6.9 Fresagem de uma cavidade retangular - POCKET3

Programação

POCKET3 (_RTP, _RFP, _SDIS, _DP, _LENG, _WID, _CRAD, _PA, _PO, _STA, _MID, _FAL, _FALD, _FFP1, _FFD, _CDIR, _VARI, _MIDA, _AP1, _AP2, _AD, _RAD1, _DP1)

Parâmetros

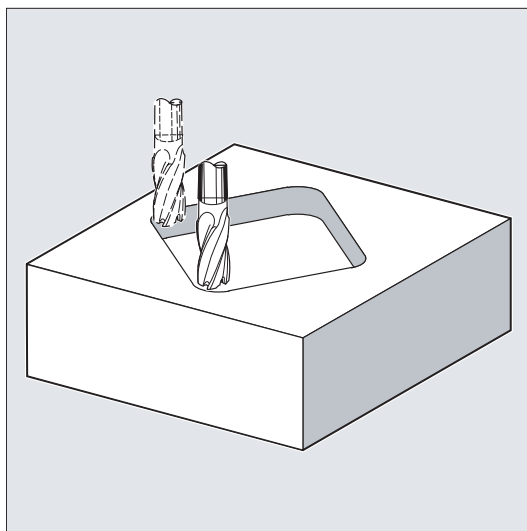
Parâmetro	Tipo de dados	Descrição
_RTP	REAL	Plano de retração (absoluto)
_RFP	REAL	Plano de referência (absoluto)
_SDIS	REAL	Distância de segurança (inserir sem sinal)
_DP	REAL	Profundidade da cavidade (absoluta)
_LENG	REAL	Comprimento da cavidade, para dimensionamento a partir do canto com sinal
_WID	REAL	Largura da cavidade, para dimensionamento a partir do canto com sinal
_CRAD	REAL	Raio do canto da cavidade (inserir sem sinal)
_PA	REAL	Ponto de referência para a cavidade (absoluto), primeiro eixo do plano
_PO	REAL	Ponto de referência para a cavidade (absoluto), segundo eixo do plano
_STA	REAL	Ângulo entre o eixo longitudinal da cavidade e o primeiro eixo do plano (inserir sem sinal); Faixa de valores: 0° ≤ STA < 180°
_MID	REAL	Profundidade de avanço máxima (inserir sem sinal)
_FAL	REAL	Permissão de acabamento na aresta da cavidade (inserir sem sinal)
_FALD	REAL	Permissão de acabamento na base (inserir sem sinal)
_FFP1	REAL	Velocidade de avanço para usinagem de superfície
_FFD	REAL	Velocidade de avanço para avanço em profundidade
_CDIR	INT	Direção de fresagem: (inserir sem sinal) Valores: 0: Fresagem na mesma direção de movimento do material (na direção do fuso) 1: Fresagem convencional 2: Com G2 (independente do sentido do fuso) 3: Com G3

Parâmetro	Tipo de dados	Descrição
_VARI	INT	Tipo de usinagem UNITS DIGIT Valores: 1: desbaste, 2: acabamento TENS DIGIT: Valores: 0: Perpendicular ao centro da cavidade com G0 1: Perpendicular ao centro da cavidade com G1 2: Ao longo de uma hélice 3: Oscilação ao longo do eixo longitudinal da cavidade
Os outros parâmetros podem ser selecionados como opções. Eles definem a estratégia de inserção e a sobreposição para a usinagem de sólido (a ser inserida sem sinal):		
_MIDA	REAL	Largura de avanço máxima como um valor em usinagem de sólido no plano
_AP1	REAL	Dimensão bruta do comprimento da cavidade
_AP2	REAL	Dimensão bruta da largura da cavidade
_AD	REAL	Dimensão da profundidade da cavidade bruta a partir do plano de referência
_RAD1	REAL	Raio da trajetória helicoidal na inserção (relativo à trajetória do ponto central da ferramenta) ou ângulo de inserção máximo para movimento recíproco
_DP1	REAL	Profundidade de inserção por revolução de 360° na inserção ao longo da trajetória helicoidal

Função

O ciclo pode ser utilizado para desbaste e acabamento. Para acabamento, uma fresa axial é necessária.

O avanço em profundidade iniciará sempre no ponto central da cavidade e será executado verticalmente daí; portanto, é prático furar previamente nesta posição.

- A direção de fresagem pode ser determinada ou usando um comando G (G2/G3) ou a partir da direção do fuso como fresagem síncrona ou convencional.
- Para usinagem de sólido, a largura de avanço máxima no plano pode ser programada.
- Permissão de acabamento também para a base da cavidade
- Há três diferentes estratégias de inserção:
  - verticalmente ao centro da cavidade
  - ao longo de uma trajetória helicoidal em torno do centro da cavidade
  - oscilando no eixo central da cavidade
- Trajetórias de aplicação mais curtas no plano para acabamento
- Consideração de um contorno bruto no plano e uma dimensão bruta na base (usinagem ideal das cavidades executadas possíveis).

Sequência

Posição alcançada antes do início do ciclo:

A posição de início é qualquer posição a partir da qual pode-se aproximar do ponto central da cavidade na altura do plano de retração sem colisão.

Sequência de movimentos ao desbaste:

Com G0, ocorre a aproximação ao ponto central da cavidade no nível de retração e então, desta posição, também com G0, a aproximação ao plano de referência trazido para frente pela distância de segurança. A usinagem da cavidade é então executada de acordo com a estratégia de inserção selecionada, levando em consideração as dimensões brutas programadas.

Sequência de movimentos ao acabamento:

O acabamento é executado na ordem da aresta até que a permissão de acabamento na base seja atingida e depois a base é acabada. Se uma das permissões de acabamento for igual a zero, essa parte do processo de acabamento é pulada.

- Acabamento na aresta

  Ao executar acabamento na aresta, a ferramenta atravessa o contorno da cavidade apenas uma vez.

  Para acabamento da aresta, a trajetória inclui um quadrante atingindo o raio do canto. O raio dessa trajetória é normalmente 2 mm ou, se "menos espaço" for fornecido, igual à diferença entre o raio do canto e o raio da fresa.

  Se a permissão de usinagem final na aresta for maior do que 2 mm, o raio de aproximação é aumentado correspondentemente.

  O avanço em profundidade é executado com G0 na abertura em direção ao centro da cavidade e o ponto de início da trajetória de aproximação também é atingido com G0.

- Acabamento na base

  Durante o acabamento da base, a máquina executa G0 na direção do centro da cavidade até atingir uma distância igual à profundidade da cavidade + permissão de acabamento + distância de segurança. Desse ponto para frente, a ferramenta é sempre avançada **verticalmente** na profundidade (uma vez que uma ferramenta com aresta de corte frontal é usada para acabamento da base).

  A superfície da base da cavidade é usinada uma vez.

Estratégias de inserção

- Inserir verticalmente ao centro da cavidade significa que a profundidade de avanço atual calculada internamente no ciclo (≤ profundidade de avanço máxima programada mediante _MID) é executada em um bloco contendo G0 ou G1.
- Inserção em uma trajetória helicoidal significa que o ponto central do cortador atravessa ao longo da trajetória helicoidal determinada pelo raio _RAD1 e a profundidade por revolução _DP1. A velocidade de avanço também é programada mediante _FFD. O sentido de rotação dessa trajetória helicoidal corresponde ao sentido de rotação com qual a cavidade será usinada.

  A profundidade de inserção programada mediante _DP1 é levada em consideração como a profundidade máxima e é sempre calculada como um número inteiro de revoluções da trajetória helicoidal.

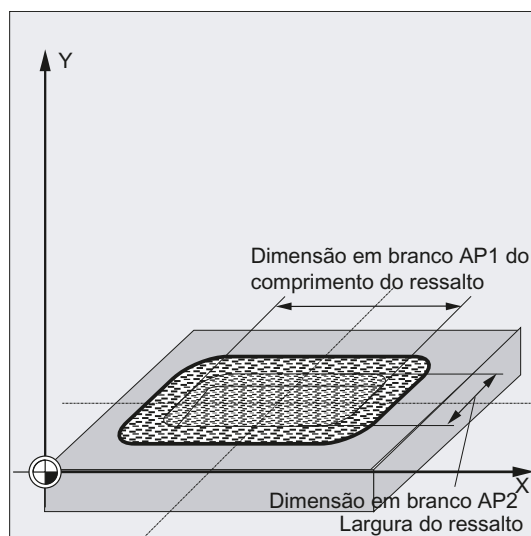
  Se a profundidade atual requerida para um avanço (esta pode ser várias revoluções na trajetória helicoidal) é atingida, um círculo completo ainda é executado para eliminar a trajetória inclinada de inserção.

  A usinagem de cavidade em sólido então inicia neste plano e continua até que atinja a permissão de usinagem final.

  O ponto de início da trajetória helicoidal descrita está no eixo longitudinal da cavidade no "sentido positivo" e é aproximada com G1.

- Inserção com oscilação ao eixo central da cavidade significa que o ponto central do cortador é inserido oscilando em uma linha reta até atingir a próxima profundidade. O ângulo de imersão máximo é programado por meio de _RAD1 e o comprimento do curso de oscilação é calculado no ciclo. Se a profundidade atual for atingida, o curso será executado mais uma vez sem avanço em profundidade a fim de eliminar a trajetória de inserção inclinada. A velocidade de avanço é programada mediante _FFD.

Levando em consideração as dimensões brutas

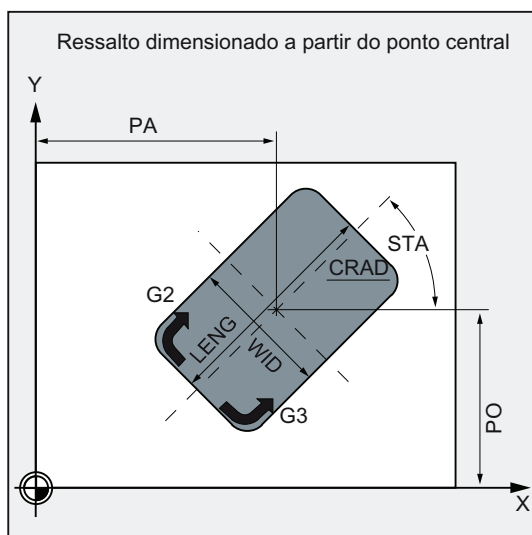
Durante a usinagem em sólido das cavidades, é possível levar em consideração as dimensões brutas (por exemplo, ao usinar peças de pré-fundição).

Os tamanhos básicos para o comprimento e largura (_AP1 e _AP2) são programados sem sinal e suas posições simétricas em torno do ponto central da cavidade são computadas no ciclo. Define-se a parte da cavidade que não deve mais ser usinada. A dimensão bruta para a profundidade (_AD) também é programada sem sinal e levada em consideração pelo plano de referência na direção da profundidade da cavidade.

O avanço em profundidade ao levar em consideração dimensões brutas é executado de acordo com o tipo programado (trajetória helicoidal, recíproco, verticalmente). Se o ciclo detectar que há espaço suficiente no centro da cavidade em razão do dado contorno do bruto e do raio da ferramenta ativa, o avanço é executado verticalmente ao ponto central da cavidade desde que seja possível em ordem não atravessar trajetórias de inserção extensas na abertura.

A usinagem em sólido da cavidade é executada iniciando de cima para baixo.

Explicação dos parâmetros

Para uma explicação dos parâmetros _RTP, _RFP e _SDIS, consulte a seção "Perfuração, centragem - CYCLE81 (Página 128) ".

Para uma explicação dos parâmetros _DP, consulte a seção "Furos longos localizados em um círculo - LONGHOLE (Página 211) ".

_LENG, _WID e _CRAD (comprimento da cavidade, largura da cavidade e raio do canto)

Use os parâmetros _LENG, _WID e _CRAD para definir a forma de uma ranhura no plano.

Se não puder atravessar o raio do canto programado como a ferramenta ativa porque seu raio é maior, então o raio do canto da cavidade usinada corresponde ao raio da ferramenta.

Se o raio da fresa for maior do que metade do comprimento ou largura da cavidade, então o ciclo será abortado e o alarme 61105 "Cutter radius too large" (Raio do cortador muito grande) será gerado.

_PA, _PO (ponto de referência)

Use os parâmetros _PA e _PO para defninir o ponto de referência da cavidade nos eixos do plano. Esse é o ponto central da cavidade.

_STA (ângulo)

STA indica o ângulo entre o primeiro eixo do plano (abscissa) e o eixo longitudinal da cavidade.

_MID (profundidade de avanço)

Use este parâmetro para definir a profundidade de avanço máxima ao desbastar.

A profundidade de avanço é executada pelo ciclo em passos de avanço igualmente dimensionados.

Usando _MID e a profundidade inteira, o ciclo calcula esse avanço automaticamente. O número mínimo possível de passos de avanço é utilizado como base.

_MID=0 significa que o corte da profundidade da cavidade é realizado com um avanço.

_FAL (permissão de acabamento na aresta)

A permissão de acabamento só afeta a usinagem da cavidade no plano na aresta.

Se a permissão de acabamento ≥ diâmetro da ferramenta, a cavidade não será necessariamente usinada completamente. A mensagem "Caution: permissão de usinagem final ≥ diâmetro da ferramenta" aparece; o ciclo, entretanto, é continuado.

_FALD (permissão de acabamento na base)

Ao desbastar, uma permissão de acabamento separada é levada em consideração na base.

_FFD e _FFP1 (velocidade de avanço para profundidade e superfície)

A velocidade de avanço _FFD é efetiva ao inserir no material.

A velocidade de avanço _FFP1 é ativa para todos os movimentos no plano atravessado à velocidade de avanço ao usinar.

_CDIR (direção de fresagem)

Use este parâmetro para especificar a direção de usinagem para a cavidade.

Usando o parâmetro _CDIR, a direção de fresagem pode ser programada diretamente com "2 para G2" e "3 para G3" ou alternativamente com "fresagem síncrona" ou "fresagem convencional".

A operação sincronizada ou a rotação reversa são determinadas internamente por meio do sentido de rotação do fuso ativado antes de chamar o ciclo.

Fresagem com movimento na mesma direção do material	Fresagem convencional
M3 → G3	M3 → G2
M4 → G2	M4 → G3

_VARI (tipo de usinagem)

Use o parâmetro VARI para definir o tipo de usinagem.

Os valores possíveis são:

Dígito das unidades:

- 1=desbastes
- 2=acabamento

Dígito das dezenas (avanço):

- 0=verticalmente ao centro da cavidade com G0
- 1=verticalmente ao centro da cavidade com G1
- 2=ao longo de uma trajetória helicoidal
- 3=oscilando ao eixo do comprimento da cavidade

Se um valor diferente for programado para o parâmetro _VARI, o ciclo é abortado após a geração do alarme 61002 "Machining type defined incorrectly" (Tipo de usinagem definido incorretamente).

_MIDA (máx. largura de avanço)

Use este parâmetro para definir a largura de avanço máxima ao usinar sólido em um plano. Analogamente ao método de cálculo conhecido para a profundidade de avanço (distribuição igual da profundidade com valor máximo possível), a largura é distribuída igualmente distribuída, maximalmente com o valor programado em _MIDA.

Se este parâmetro não for programado ou tiver valor 0, o ciclo usará internamente 80% do diâmetro da ferramenta de fresagem como a largura de avanço máxima.

Indicação

Aplica-se o avanço em largura calculado a partir da usinagem da aresta é recalculado ao atingir a cavidade total na profundidade; caso contrário, o avanço em largura calculado no início é mantido por todo o ciclo.

_AP1, _AP2, _AD (dimensões brutas)

Use os parâmetros _AP1, _AP2 e _AD para definir as dimensões brutas (incremental) da cavidade no plano e na profundidade.

_RAD1 (raio)

Use o parâmetro _RAD1 para definir o raio da trajetória helicoidal (relativa à trajetória do ponto central da ferramenta) ou o ângulo de inserção máximo para o movimento recíproco.

_DP1 (profundidade de inserção)

Use o parâmetro _DP1 para definir a profundidade de avanço ao inserir a trajetória helicoidal.

Uma compensação de ferramenta deve ser programada antes de o ciclo ser programado. Caso contrário, o ciclo é abortado e o alarme 61000 "No tool compensation active" (Nenhuma compensação de ferramenta ativa) é gerada.

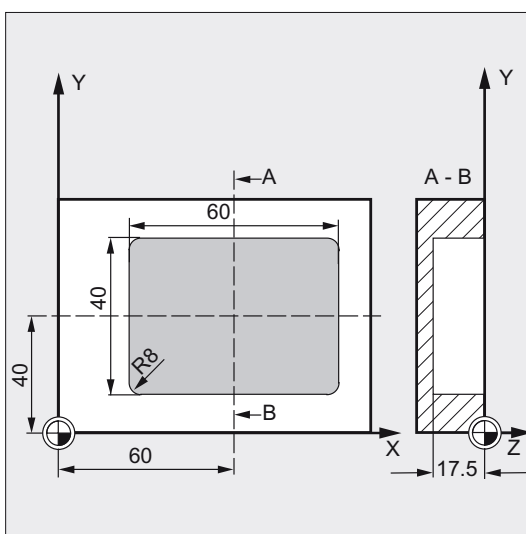
Internamente no ciclo, uma novo sistema de coordenadas da peça de trabalho atual é utilizado, o qual influência a exibição do valor real. O ponto zero do sistema de coordenadas deve se encontrar no ponto central da cavidade. No final do ciclo, o sistema de coordenadas original é ativado novamente.

Exemplo de programação: Cavidade

Use este programa para usinar uma cavidade no plano XY que tem 60 mm de comprimento, 40 mm de largura e que tem um raio de canto de 8 mm e uma profundidade de 17.5 mm. A cavidade tem um ângulo de 0° com o eixo X. A permissão de usinagem final das arestas da cavidade é de 0,75 mm, 0,2 mm na base, a distância de segurança no eixo Z, que é adicionada ao plano de referência, é de 0,5 mm. O ponto central da cavidade recai em X60 e Y40, o avanço em profundidade máximo é de 4 mm.

A direção de usinagem resulta do sentido de rotação do uso no caso de fresagem na mesma direção de movimento do material. Uma fresa com raio de 5 mm é usada.

Simplesmente, uma operação de usinagem de desbaste deve ser executado.

Veja o seguinte exemplo de programação para ressalto retangular:

N10 G90 T1 D1 S600 M4	; Especificação dos valores tecnológicos
N20 G17 G0 X60 Y40 Z5	; Aproximar da posição inicial
N30 POCKET3(5, 0, 0.5, -17.5, 60, 40, 8, 60, 40, 0, 4, 0.75, 0.2, 1000, 750, 0, 11, 5, , , , ,)	; Chamada do ciclo
N40 M02	; Fim do programa

2.6.10 Fresagem de uma cavidade circular - POCKET4

Programação

POCKET4 (_RTP, _RFP, _SDIS, _DP, _PRAD, _PA, _PO, _MID, _FAL, _FALD, _FFP1, _FFD, _CDIR, _VARI, _MIDA, _AP1, _AD, _RAD1, _DP1)

Parâmetros

Parâmetro	Tipo de dados	Descrição
_RTP	REAL	Plano de retração (absoluto)
_RFP	REAL	Plano de referência (absoluto)
_SDIS	REAL	Distância de segurança (a ser adicionada ao plano de referência; inserir sem sinal)
_DP	REAL	Profundidade da cavidade (absoluta)
_PRAD	REAL	Raio da cavidade
_PA	REAL	Ponto inicial (absoluto), primeiro eixo do plano
_PO	REAL	Ponto inicial (absoluto), segundo eixo do plano
_MID	REAL	Profundidade de avanço máxima (inserir sem sinal)
_FAL	REAL	Permissão de acabamento na aresta da cavidade (inserir sem sinal)
_FALD	REAL	Permissão de acabamento na base (inserir sem sinal)
_FFP1	REAL	Velocidade de avanço para usinagem de superfície
_FFD	REAL	Velocidade de avanço para avanço em profundidade
_CDIR	INT	Direção de fresagem: (inserir sem sinal) Valores: 0: Fresagem na mesma direção de movimento do material (na direção do fuso) 1: Fresagem convencional 2: Com G2 (independente do sentido do fuso) 3: Com G3
_VARI	INT	Tipo de usinagem UNITS DIGIT Valores: 1: desbaste, 2: acabamento TENS DIGIT: Valores: 0: Perpendicular ao centro da cavidade com G0 1: Perpendicular ao centro da cavidade com G1 2: Ao longo de uma hélice
Os outros parâmetros podem ser selecionados como opções. Eles definem a estratégia de inserção e a sobreposição para a usinagem de sólido (a ser inserida sem sinal):		
_MIDA	REAL	Largura de avanço máxima como um valor em usinagem de sólido no plano

Parâmetro	Tipo de dados	Descrição
_AP1	REAL	Dimensão bruta do raio da cavidade
_AD	REAL	Dimensão da profundidade da cavidade bruta a partir do plano de referência
_RAD1	REAL	Raio da trajetória helicoidal durante inserção (relativo à trajetória do ponto central da ferramenta)
_DP1	REAL	Profundidade de inserção por revolução de 360° na inserção ao longo da trajetória helicoidal

Função

Use esse ciclo para usinar cavidades circulares no plano de usinagem. Para acabamento, uma fresa axial é necessária.

O avanço em profundidade iniciará sempre no ponto central da cavidade e será executado verticalmente daí; portanto, é prático furar previamente nesta posição.

- A direção de fresagem pode ser determinada ou usando um comando G (G2/G3) ou a partir da direção do fuso como fresagem síncrona ou convencional.
- Para usinagem de sólido, a largura de avanço máxima no plano pode ser programada.
- Permissão de acabamento também para a base da cavidade.
- Duas diferentes estratégias de inserção:
  - verticalmente ao centro da cavidade
  - ao longo de uma trajetória helicoidal em torno do centro da cavidade
- Trajetórias de aplicação mais curtas no plano para acabamento
- Consideração de um contorno bruto no plano e uma dimensão bruta na base (usinagem ideal das cavidades executadas possíveis).
- _MIDA é recalculado durante a usinagem da aresta.

Sequência

Posição alcançada antes do início do ciclo:

A posição de início é qualquer posição a partir da qual pode-se aproximar do ponto central da cavidade na altura do plano de retração sem colisão.

Sequência de movimento ao desbastar (_VARI=X1):

Com G0, ocorre a aproximação ao ponto central da cavidade no nível de retração e então, desta posição, também com G0, a aproximação ao plano de referência trazido para frente pela distância de segurança. A usinagem da cavidade é então executada de acordo com a estratégia de inserção selecionada, levando em consideração as dimensões brutas programadas.

Sequência de movimentos ao acabamento:

O acabamento é executado na ordem da aresta até que a permissão de acabamento na base seja atingida e depois a base é acabada. Se uma das permissões de acabamento for igual a zero, essa parte do processo de acabamento é pulada.

- Acabamento na aresta

  Ao executar acabamento na aresta, a ferramenta atravessa o contorno da cavidade apenas uma vez.

  Para acabamento da aresta, a trajetória inclui um quadrante atingindo o raio da cavidade. O raio desta trajetória é 2 mm no máximo ou, se "menos espaço" for fornecido, igual à diferença entre o raio da cavidade e o raio de fresagem.

  O avanço em profundidade é executado com G0 na abertura em direção ao centro da cavidade e o ponto de início da trajetória de aproximação também é atingido com G0.

- Acabamento na base

  Durante o acabamento da base, a máquina executa G0 na direção do centro da cavidade até atingir uma distância igual à profundidade da cavidade + permissão de acabamento + distância de segurança. Desse ponto para frente, a ferramenta é sempre avançada **verticalmente** na profundidade (uma vez que uma ferramenta com aresta de corte frontal é usada para acabamento da base).

  A superfície da base da cavidade é usinada uma vez.

Estratégias de inserção

Consultar a seção "Fresagem de uma cavidade retangular - POCKET3 (Página 229)".

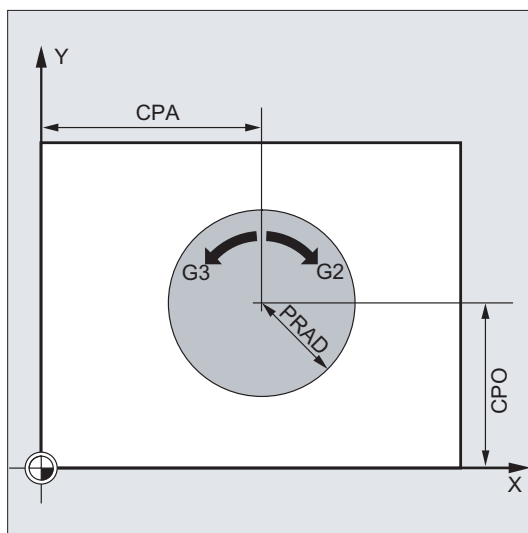
Levando em consideração as dimensões brutas

Durante a usinagem em sólido das cavidades, é possível levar em consideração as dimensões brutas (por exemplo, ao usinar peças de pré-fundição).

Com cavidades circulares, a dimensão bruta _AP1 também é um círculo (com um raio menor do que o raio da cavidade).

Explicação dos parâmetros

Para uma explicação dos parâmetros _RTP, _RFP e _SDIS, consulte a seção "Perfuração, centragem - CYCLE81 (Página 128) ".

Para uma explicação dos parâmetros _DP, _MID, _FAL, _FALD, _FFP1, _FFD, _CDIR, _MIDA, _AP1, _AD, _RAD1 e _DP1, consulte a seção "Fresagem de uma cavidade retangular - POCKET3 (Página 229).

_PRAD (raio da cavidade)

A forma da cavidade circular é determinada somente por seu raio.

Se este for menor do que o raio da ferramenta ativa, então o ciclo é abortado e o alarme 61105 "Cutter radius too large" (Raio do cortador muito grande) é gerado.

_PA, _PO (ponto central da cavidade)

Use os parâmetros _PA e _PO para definir o ponto central da cavidade. Cavidades circulares são sempre dimensionadas através do centro.

_VARI (tipo de usinagem)

Use o parâmetro _VARI para definir o tipo de usinagem.

Os valores possíveis são:

Dígito das unidades:

- 1=desbastes
- 2=acabamento

Dígito das dezenas (avanço):

- 0=verticalmente ao centro da cavidade com G0
- 1=verticalmente ao centro da cavidade com G1
- 2=ao longo de uma trajetória helicoidal

Se um valor diferente for programado para o parâmetro _VARI, o ciclo é abortado após a geração do alarme 61002 "Machining type defined incorrectly" (Tipo de usinagem definido incorretamente).

Indicação

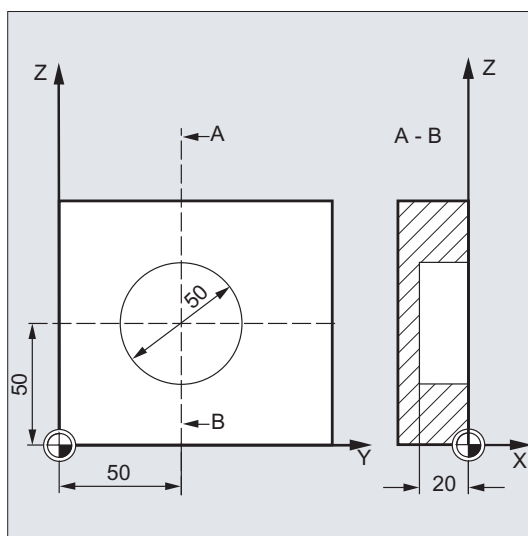
Uma compensação de ferramenta deve ser programada antes de o ciclo ser programado. Caso contrário, o ciclo é abortado e o alarme 61000 "No tool compensation active" (Nenhuma compensação de ferramenta ativa) é gerada.

Internamente no ciclo, uma novo sistema de coordenadas da peça de trabalho atual é utilizado, o qual influência a exibição do valor real. O ponto zero do sistema de coordenadas deve se encontrar no ponto central da cavidade.

No final do ciclo, o sistema de coordenadas original é ativado novamente.

Exemplo de programação: Cavidade circular

Com este programa, pode-se usinar uma cavidade circular no plano YZ. O ponto central é determinado por Y50 Z50. O eixo de avanço para o avanço em profundidade é o X. Nem a dimensão com acabamento nem a distância de segurança é especificada. A cavidade é usinada com fresagem na mesma direção de movimento do material. O avanço é executado ao longo de uma trajetória helicoidal.

Uma fresa com raio de 10 mm é usada. Veja o seguinte exemplo de programação para ressalto circular:

`N10 G17 G90 G0 S650 M3 T1 D1`	`; Especificação dos valores tecnológicos`
`N20 X50 Y50`	`; Aproximar da posição inicial`
`N30 POCKET4(3, 0, 0, -20, 25, 50, 60, 6, 0, 0, 200, 100, 1, 21, 0, 0, 0, 2, 3)`	`; Chamada do ciclo` `Os parâmetros FAL e FALD são omitidos`
`N40 M02`	`; Fim do programa`

2.6.11 Fresagem de rosca - CYCLE90

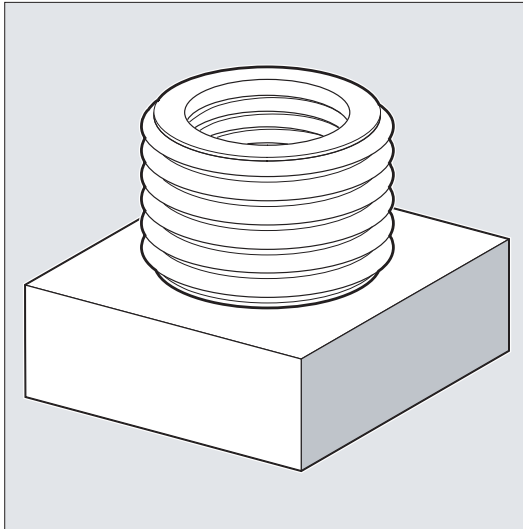
Programação

CYCLE90 (RTP, RFP, SDIS, DP, DPR, DIATH, KDIAM, PIT, FFR, CDIR, TYPTH, CPA, CPO)

Parâmetros

Parâmetro	Tipo de dados	Descrição
RTP	REAL	Plano de retração (absoluto)
RFP	REAL	Plano de referência (absoluto)
SDIS	REAL	Distância de segurança (inserir sem sinal)
DP	REAL	Profundidade final de perfuração (absoluta)
DPR	REAL	Profundidade final de perfuração relativa ao plano de referência (inserir sem sinal)
DIATH	REAL	Diâmetro nominal, diâmetro externo da rosca
KDIAM	REAL	Diâmetro do núcleo, diâmetro interno da rosca
PST	REAL	Passo de rosca; faixa de valor: 0.001 ... 2000.000 mm
FFR	REAL	Velocidade de avanço para fresagem de rosca (inserir sem sinal)
CDIR	INT	Sentido de rotação para fresagem de rosca Valores: 2 (para fresagem de rosca com G2), 3 (para fresagem de rosca com G3)
TYPTH	INT	Tipo de rosca Valores: 0=rosca interna, 1=rosca externa
CPA	REAL	Ponto central do círculo, abscissa (absoluto)
CPO	REAL	Ponto central do círculo, ordenada (absoluto)

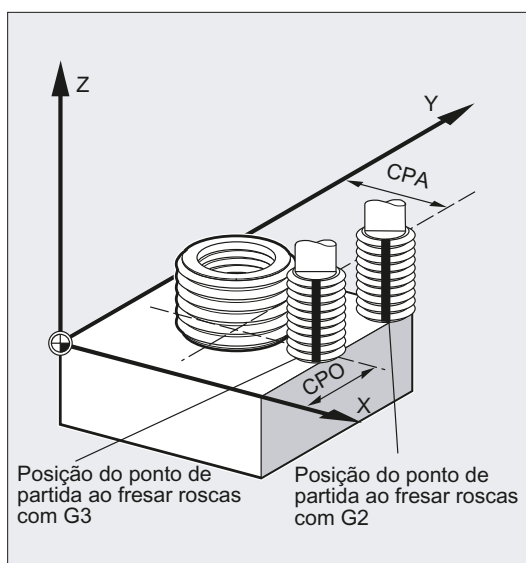
Função

Ao usar o ciclo CYCLE90 , pode-se produzir roscas internas e externas. A trajetória ao fresar roscas baseia-se em uma interpolação helicoidal. Todos os três eixos geométricos do plano atual, que são definidos antes de chamar o ciclo, estão envolvidos neste movimento.

Sequência para rosca externa

Posição alcançada antes do início do ciclo:

A posição de início é qualquer posição a partir da qual a posição inicial no diâmetro externo da rosca na altura do plano de retração pode ser alcançada sem colisão.

A posição de início para fresagem de rosca com G2 recai entre a abscissa positiva e a ordenada positiva no nível atual (isto é, no primeiro quadrante do sistema de coordenadas). Para fresagem de rosca com G3, a posição de início recai entre a abscissa positiva e a ordenada negativa (ou seja, no quarto quadrante do sistema de coordenadas).

A distância a partir do diâmetro da rosca depende do tamanho da rosca e do raio da ferramenta utilizada.

O ciclo cria a seguinte sequência de movimentos:

- Posicionamento no ponto de início usando G0 na altura do plano de retração no aplicado do plano atual
- Avanço ao plano de referência trazido para frente pela distância de segurança para remoção de detritos usando G0
- Movimento de aproximação ao diâmetro da rosca ao longo de uma trajetória circular oposta ao sentido G2/G3 programada por meio de CDIR
- Fresagem de rosca ao longo de uma trajetória helicoidal usando G2/G3 e o valor da velocidade de avanço FFR
- Movimento de retração ao longo de uma trajetória circular no sentido oposto de rotação G2/G3 à velocidade de avanço reduzida FFR
- Retração ao plano de retração ao longo do aplicado usando G0

Sequência para rosca interna

Posição alcançada antes do início do ciclo:

A posição de início é qualquer posição a partir da qual o ponto central da rosca na altura do plano de retração pode ser alcançada sem colisão.

O ciclo cria a seguinte sequência de movimentos:

- Posicionamento no ponto central usando G0 na altura do plano de retração no aplicado do plano atual
- Avanço ao plano de referência trazido para frente pela distância de segurança para remoção de detritos usando G0
- Aproximação a um círculo de aproximação calculado internamente no ciclo usando G1 e a velocidade de avanço reduzida FFR
- Movimento de aproximação ao diâmetro da rosca ao longo de uma trajetória circular de acordo com o sentido G2/G3 programada por meio de CDIR
- Fresagem de rosca ao longo de uma trajetória helicoidal usando G2/G3 e o valor da velocidade de avanço FFR
- Movimento de retração ao longo de uma trajetória circular no mesmo sentido de rotação à velocidade de avanço reduzida FFR
- Retração ao ponto central da rosca usando G0
- Retração ao plano de retração ao longo do aplicado usando G0

Rosca de baixo para cima

Por razões tecnológicas, também pode ser razoável usinar um rosca de baixo para cima. Neste caso, o plano de retração RTP estará atrás da profundidade da rosca DP.

Esta usinagem é possível, mas as especificações de profundidade devem ser programadas como valores absolutos e deve ocorrer aproximação do plano de retração antes de chamar o ciclo ou aproximação a uma posição após o plano de retração.

Exemplo de programação (rosca de baixo para cima)

Uma rosca com passo de 3 mm deve iniciar de -20 e ser fresada a 0. O plano de retração está em 8.

```
N10 G17 X100 Y100 S300 M3 T1 D1 F1000
N20 Z8
N30 CYCLE90 (8, -20, 0, -60, 0, 46, 40, 3, 800,
3, 0, 50, 50)
N40 M02
```

O furo deve ter uma profundidade de pelo menos -21.5 (meio passo em excesso).

Superando na direção do comprimento da rosca

Para fresagem de rosca, os movimentos de curso para dentro e curso para fora ocorrem ao longo de todos os três eixos envolvidos. Isto significa que o movimento de curso para fora inclui mais uma etapa no eixo vertical, além da profundidade de rosca programada.

A superação é calculada da seguinte maneira:

$$\Delta z = \frac{p}{4} * \frac{2* WR+RDIFF}{DIATH}$$

Δz: Superação, interna

p: Passo

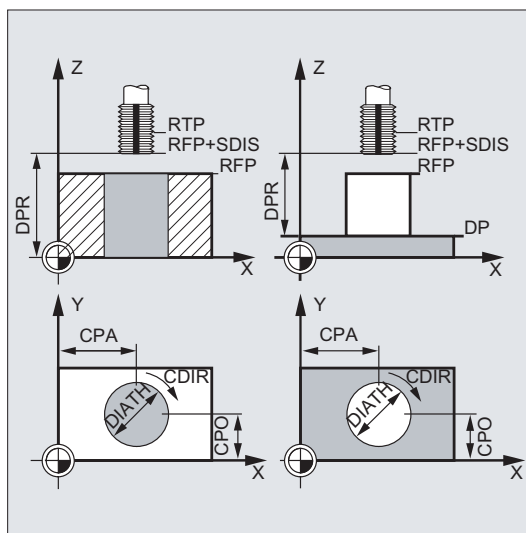
WR: Raio da ferramenta

DIATH: Diâmetro externo da rosca

RDIFF: Diferença de raio para círculo de curso para fora

Para roscas internas, RDIFF = DIATH/2 - WR; para roscas externas, RDIFF = DIATH/2 + WR.

Explicação dos parâmetros

Para uma explicação dos parâmetros RTP, RFP SDIS, DP e DPR, consulte a seção "Perfuração, centragem - CYCLE81 (Página 128) ".

DIATH, KDIAM e PIT (diâmetro nominal, diâmetro do núcleo e passo de rosca)

Esse parâmetros são utilizados para determinar os dados da rosca de diâmetro nominal, diâmetro do núcleo e passo. O parâmetro DIATH é o diâmetro externo e KDIAM é o diâmetro interno da rosca. Os movimentos de curso para dentro / curso para fora são criados internamente no ciclo, com base nesses parâmetros.

FFR (taxa de avanço)

O valor do parâmetro FFR é especificado como o valor de velocidade de avanço atual para fresagem da rosca. É efetivo ao fresar rosca em uma trajetória helicoidal.

Esse valor será reduzido no ciclo para os movimentos de curso para dentro / curso para fora. A retração é executada fora da trajetória helicoidal usando G0.

CDIR (sentido de rotação)

Este parâmetro é usado para especificar o valor para o sentido de usinagem da rosca.

Se o parâmetro tiver um valor ilegal, aparecerá a seguinte mensagem:

"Wrong milling direction; G3 is generated" (Sentido de fresagem errado; G3 é gerado).

Neste caso, o ciclo é continuado e G3 é automaticamente gerado.

TYPTH (tipo de rosca)

O parâmetro TYPTH é usado para definir a usinagem de rosca externa ou interna.

CPA e CPO (ponto central)

Estes parâmetros são usados para definir o ponto central do furo ou do ressalto no qual a rosca será produzida.

Indicação

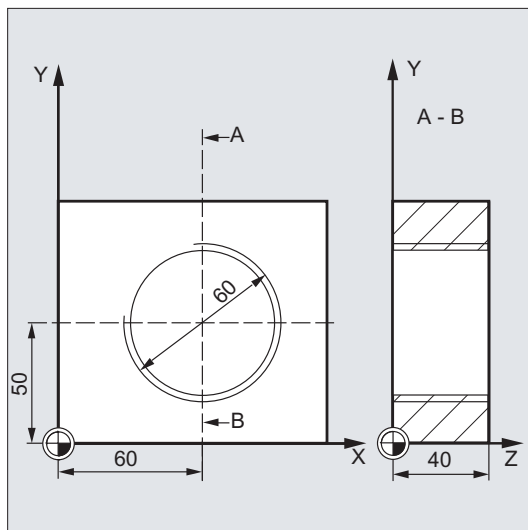
O raio do cortador é calculado internamente no ciclo. Portanto, uma compensação de ferramenta deve ser programada antes da chamada do ciclo. Caso contrário, aparecerá o alarme 61000 "No tool compensation active" (Nenhuma compensação de ferramenta ativa) e o ciclo será abortado.

Se o raio da ferramenta=0 ou negativo, o ciclo também é abortado e esse alarme é gerado.

Como roscas internas, o raio da ferramenta é monitorado e um alarme 61105 "Cutter radius too large" (Raio do cortador muito grande) é gerado e o ciclo é abortado.

Exemplo de programação: Rosca interna

Usando este programa, pode-se fresar uma rosca interna no ponto X60 Y50 do plano G17.

Veja o seguinte exemplo de programação rosca interna:

`DEF REAL RTP=48, RFP=40, SDIS=5, DP=0, DPR=40, DIATH=60, KDIAM=50`	`; Definição da variável com atribuições de valor`
`DEF REAL PIT=2, FFR=500, CPA=60,CPO=50`	
`DEF INT CDIR=2, TYPTH=0`	
`N10 G90 G0 G17 X0 Y0 Z80 S200 M3`	`; Aproximar da posição inicial`
`N20 T5 D1`	`; Especificação dos valores tecnológicos`
`N30 CYCLE90 (RTP, RFP, SDIS, DP, DPR, DIATH, KDIAM, PIT, FFR, CDIR, TYPTH, CPA, CPO)`	`; Chamada do ciclo`
`N40 G0 G90 Z100`	`; Aproximar da posição após o ciclo`
`N50 M02`	`; Fim do programa`

2.6.12 Configurações de alta velocidade - CYCLE832

Programação

CYCLE832 (TOL, TOLM, 1)

Parâmetros

Parâmetro	Tipo de dados	Descrição
TOL	REAL	Tolerância dos eixos de usinagem
TOLM	INT	Seleção de tipo de usinagem 0: Desabilitar 1: Acabamento 2: Semiacabamento 3: Desbaste
PSYS	INT	Parâmetro interno, apenas o valor-padrão 1 é possível

Função

UseCYCLE832 para usinar superfícies de forma livre, que envolvem altos requisitos de velocidade, precisão e qualidade de superfície.

Esta função de ciclo agrupa os códigos G importantes, dados da máquina e dados de ajuste que são requeridos para usinagem de corte em alta velocidade.

Explicação dos parâmetros

TOL (Tolerância)

Esta se refere à tolerância dos eixos envolvidos na usinagem. O valor da tolerância é escrito na máquina ou dado de ajuste pertinente dependendo dos códigos G.

TOLM (Tipos de usinagem)

Este parâmetro determinar que tipo de usinagem tecnológica deve ser usado.

2.7 Manuseio/controle de erro

2.7.1 Informação Geral

Se condições de erro forem detectadas nos ciclos, uma alarme é gerado e a usinagem é abortada.

Além disso, os ciclos exibem suas mensagens na linha de mensagem do sistema de controle. Essas mensagens não interrompem a execução do programa.

Os erros com suas reações e as mensagens na linha de mensagem do sistema de controle são descritas em conjunto com os ciclos individuais.

2.7.2 Controle de erro nos ciclos

Se condições de erro forem detectadas nos ciclos, uma alarme é gerado e a usinagem é abortada.

Alarmes com números entre 61000 e 62999 gerados nos ciclos. Essa faixa de números, por sua vez, é dividida novamente com relação às resposta de alarme e critérios de cancelamento.

A mensagem de erro que é exibida junto com o número do alarme fornece mais informações detalhadas sobre a causa do erro.

Número do alarme	Critério de remoção	Resposta de alarme
61000 ... 61999	NC_RESET	A preparação do bloco no CN será abortada
62000 ... 62999	Apagar tecla	A preparação do bloco é interrompida; o ciclo pode ser continuado com a seguinte tecla depois que o alarme foi suprimido CYCLE START

2.7.3 Visão geral dos alarmes de ciclo

Os números de erro são classificados da seguinte maneira:

6	_	X	_	_

- X=0 Alarmes de ciclo geral
- X=1 Os alarmes são gerados pela perfuração, padrão de perfuração e ciclos de fresagem

2.7.4 Mensagens nos ciclos

Os ciclos exibem suas mensagens na linha de mensagem do sistema de controle. Essas mensagens não interrompem a execução do programa.

As mensagens fornecem informação com relação a determinado comportamento dos ciclos e com relação ao processo de usinagem e são geralmente mantidos além da etapa de usinagem ou até o encerramento do ciclo. Segue um exemplo da mensagem:

"Depth: according to the value for the relative depth" a partir de todos os ciclos de perfuração.

3 Programa de fresagem típico

Dados brutos

Material bruto: Cubo de alumínio

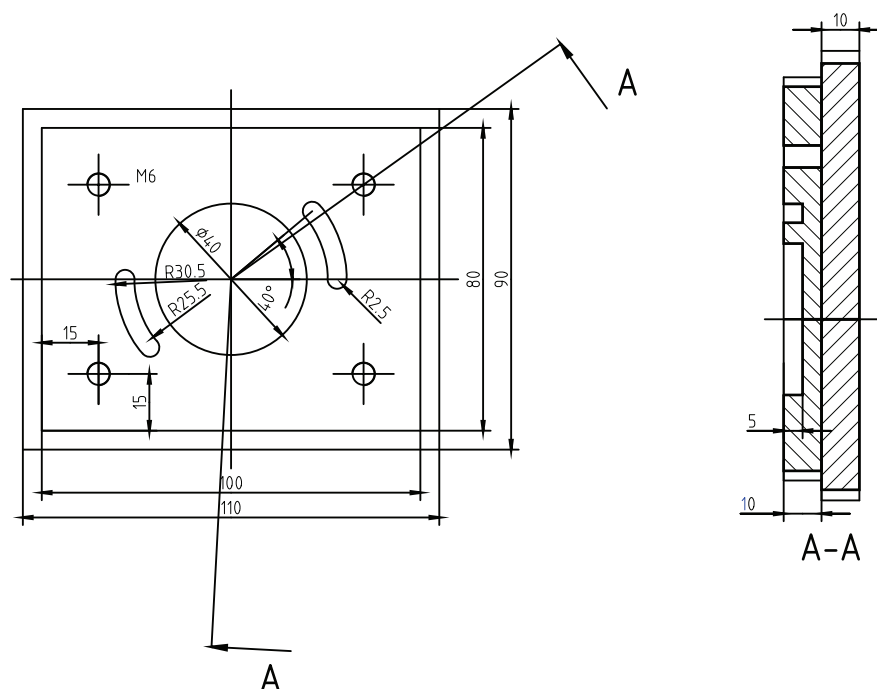
Largura bruta: 100 mm

Largura bruta: 80 mm

Altura bruta: 60 mm (comprimento da usinagem: 46 mm; comprimento da fixação 10 mm)

Ferramentas necessárias

T1, T2, T3, T4, T5, T6, T11, T14, T20

Exemplo1 de programação

T1

M06

G54G90

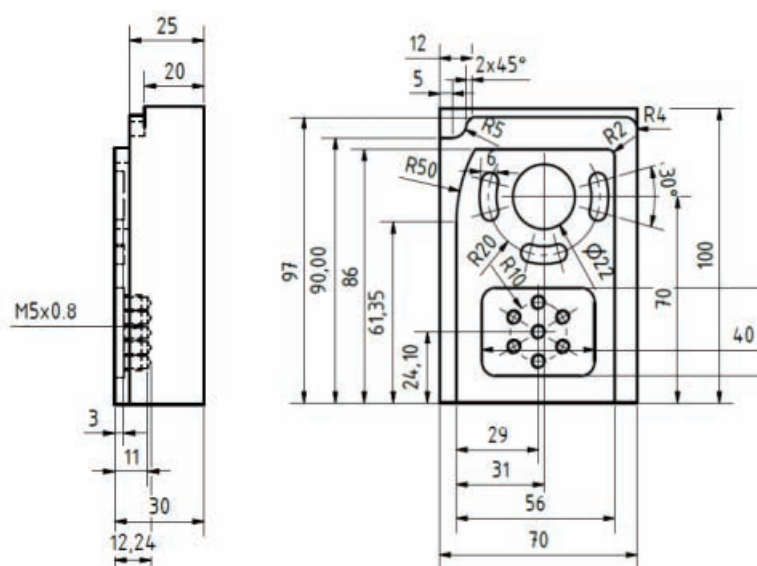
S4000M3

CYCLE71(20.00000, 2.00000, 2.00000, 0.00000, -50.00000, -40.00000, 100.00000, 80.00000, ,5.00000, 30.00000, ,0.20000, 1500.00000, 31,)

CYCLE71(20.00000, 2.00000, 2.00000, 0.00000, -50.00000, -40.00000, 100.00000, 80.00000, ,2.00000, 30.00000, ,0.20000, 1500.00000, 12,)

```
T2
M06
S4000M3
CYCLE76( 20.00000, 0.00000, 2.00000, -10.00000, ,90.00000, 70.00000, 1.00000, 0.00000,
0.00000, ,3.00000, 0.50000, ,1200.00000, 1000.00000, 0, 1, 100.00000, 80.00000)
POCKET4( 20.00000, 0.00000, 2.00000, -5.00000, 20.00000, 0.00000, 0.00000, 2.00000,
0.50000, 0.20000, 1000.00000, 200.00000, 0, 21, 5.00000, , ,2.00000, 2.00000)

T3
M06
M8
S5000M3
CYCLE76( 20.00000, 0.00000, 2.00000, -10.00000, ,90.00000, 70.00000, 1.00000, 0.00000,
0.00000, 0,12.00000, 0.50000, 0,1000.00000, 1000.00000, 0, 2, 100.00000, 80.00000)
POCKET4( 20.00000, 0.00000, 2.00000, -5.00000, 20.00000, 0.00000, 0.00000, 6.00000,
0.50000, 0.20000, 1000.00000, 1000.00000, 0, 12, 5.00000, , ,2.00000, 2.00000)
T20
M06
S4000M3
M8
SLOT2( 20.00000, 0.00000, 2.00000, -5.00000, ,2, 40.00000, 5.00000, 0.00000, 0.00000,
28.00000, 0.00000, 180.00000, 300.00000, 500.00000, 2.00000, 3, 0.10000, 0, 5.00000,
500.00000, 5000.00000, 500.00000)
T11
M06
S1200M3
MCALL CYCLE83( 20.00000, 0.00000, 2.00000, -10.00000, 0.00000, -5.00000, 5.00000,
1.00000, 0.10000, ,1.00000, 0, 3, 2.00000, 1.00000, 0.10000, 1.00000)
X-35Y-25
X35Y-25
X-35Y25
X35Y25
MCALL
T14
M06
M05
```

```
MCALL CYCLE84( 20.00000, 0.00000, 2.00000, -8.00000, 0.00000, 0.10000, 5, ,1.00000,
0.00000, 600.00000, 800.00000, 3, 0, 0, 1, 3.00000, 1.00000)

X-35Y-25

X35Y-25

X-35Y25

X35Y25

MCALL

G0Z100

M30
```

Exemplo2 de programação

```
N5 G17 G90 G54 G71

N10 SUPA G00 Z300 D0

N15 SUPA G00 X300 Y300

N20 T1 D1

N25 MSG ("Favor mudar para ferramenta nº. 1")

N30 M05 M09 M00

N35S4000 M3

N40 CYCLE71 ( 50.00000, 2.00000, 2.00000, 0.00000, 0.00000, 0.00000, 70.00000,
100.00000, 0.00000, 2.00000, 40.00000, 2.00000, 0.20000, 500.00000, 41, 5.00000)

N45 S4500 M3
```

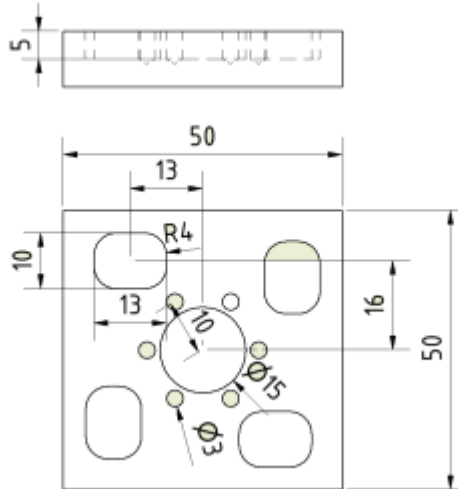
```
N50 CYCLE71(50,2,2,0,0,0,70,100,0,2,40,2,0.2,300,22,5)

N55 SUPA G00 Z300 D0
N60 SUPA G00 X300 Y300
N65 T3 D1
N70 MSG ("Favor mudar para ferramenta nº. 3")
N75 M05 M09 M00

N80 S5000 M3 G94 F300
N85 G00 X-6 Y92
N90 G00 Z2
N95 G01 F300 Z-10
N100 G41 Y 90
N105 G01 X10 RND=5
N110 G01 Y97 CHR=2
N115 G01 X70 RND=4
N120 G01 Y90
N125 G01 G40 X80
N130 G00 Z50

N135 SUPA G00 Z300 D0
N140 SUPA G00 X300 Y300
N145 T4 D1
N150 MSG("Favor mudar para ferramenta nº. 4")
N155 M05 M09 M00

N160 S5000 M3
N165 POCKET4 ( 50.00000, 0.00000, 2.00000, -5.00000, 22.00000, 38.00000, 70.00000,
2.50000, 0.20000, 0.20000, 300.00000, 250.00000, 0, 21, 10.00000, 0.00000, 5.00000,
2.00000, 0.50000)
N170 S5500 M3
N175 POCKET4 ( 50.00000, 0.00000, 2.00000, -5.00000, 22.00000, 38.00000, 70.00000,
2.50000, 0.20000, 0.20000, 250.00000, 250.00000, 0, 22, 10.00000, 0.00000, 5.00000,
2.00000, 0.50000)

N180 SUPA G00 Z300 D0
```

```
N185 SUPA G00 X300 Y300
N190 T5 D1
N195 MSG("Favor mudar para ferramenta nº. 5")
N200 M05 M09 M00

N205 S7000 M3
N210 SLOT2( 50.00000, 0.00000, 2.00000, -5.00000, 2.00000, 3, 30.00000, 6.00000, 38.00000, 70.00000, 20.00000, 165.00000, 90.00000, 300.00000, 300.00000, 3.00000, 3, 0.20000, 2000, 5.00000, 250.00000, 8000.00000, )

N215 SUPA G00 Z300 D0
N220 SUPA G00 X300 Y300
N225 T2 D1
N230 MSG("Favor mudar para a ferramenta nº. 2")
N235 M05 M09 M00

N240 S5000 M3
N245 CYCLE72( "CONT1:CONT1_E", 50.00000, 0.00000, 2.00000, -5.00000, 5.00000, 0.00000, 0.00000, 300.00000, 100.00000, 111, 41, 12, 3.00000, 300.00000, 12, 3.00000)

N250 SUPA G00 Z300 D0
N255 SUPA G00 X300 Y300
N260 T2 D1
N265 MSG("Please change to Tool No 2")
N270 M05 M09 M00

N275 S6500 M3
N280 POCKET3( 50.00000, 0.00000, 1.00000, -3.00000, 40.00000, 30.00000, 6.00000, 36.00000, 24.10000, 15.00000, 3.00000, 0.10000, 0.10000, 300.00000, 300.00000, 0, 11, 12.00000, 8.00000, 3.00000, 15.00000, 0.00000, 2.00000)
N285 POCKET3( 50.00000, 0.00000, 1.00000, -3.00000, 40.00000, 30.00000, 6.00000, 36.00000, 24.10000, 15.00000, 3.00000, 0.10000, 0.10000, 300.00000, 300.00000, 0, 12, 12.00000, 8.00000, 3.00000, 15.00000, 0.00000, 2.00000)

N290 SUPA G00 Z300 D0
N295 SUPA G00 X300 Y300
N300 T6 D1
```

```
N305 MSG("Favor mudar para ferramenta n. 6")
N310 M05 M09 M00

N315 S6000 M3
N320 G00 Z50 X36 Y24.1
N325 MCALL CYCLE82( 50,00000, -3,00000, 2,00000, -5,00000, 0,00000, 0,20000)
N330 HOLES2( 36.00000, 24.10000, 10.00000, 90.00000, 60.00000, 6)
N335 X36 Y24.1
N340 MCALL ; Chamada modal desativada

N345 SUPA G00 Z300 D0
N350 SUPA G00 X300 Y300
N355 T7 D1
N360 MSG("Favor mudar para a ferramenta nº. 7")
N365 M05 M09 M00

N370 S6000 M3
N375 MCALL CYCLE83( 50.00000, -3.00000, 1.00000, ,9.24000, ,5.00000, 90.00000,
0.70000, 0.50000, 1.00000, 0, 0, 5.00000, 1.40000, 0.60000, 1.60000)

N380 HOLES2( 36.00000, 24.10000, 10.00000, 90.00000, 60.00000, 6)
N385 X36 Y24.1
N390 MCALL ; Chamada modal desativada

N395 SUPA G00 Z300 D0
N400 SUPA G00 X300 Y300
N405 T8 D1
N410 MSG("Favor mudar para a ferramenta nº. 8")
N415 M05 M09 M00

N420 S500 M3
N425 MCALL CYCLE84( 50.00000, -3.00000, 2.00000, ,6.00000, 0.70000, 5, ,2.00000,
5.00000, 5.00000, 5.00000, 0, 1, 0, 0, 5.00000, 1.40000)
N430 HOLES2( 36.00000, 24.10000, 10.00000, 90.00000, 60.00000, 6)
N435 X36 Y24.1
N440 MCALL ; Chamada modal desativada
```

```
N445 SUPA G00 Z500 D0
N450 SUPA G00 X500 Y500;---------------Mover para a posição de troca Pronto para iniciar
próximo programa ou repetir ------------------------
N455 M30



;*************CONTOUR************
CONT1:
;#7__DlgK contour definition begin - Don't change!;*GP*;*RO*;*HD*
G17 G90 DIAMOF;*GP*
G0 X7 Y0 ;*GP*
G1 Y61.35 ;*GP*
G2 X13.499 Y86 I=AC(57) J=AC(61.35) ;*GP*
G1 X63 RND=2 ;*GP*
Y0 ;*GP*
;CON,0,0.0000,4,4,MST:0,0,AX:X,Y,I,J,TRANS:1;*GP*;*RO*;*HD*
;S,EX:7,EY:0;*GP*;*RO*;*HD*
;F,LFASE:0;*GP*;*RO*;*HD*
;LU,EY:61.35;*GP*;*RO*;*HD*
;ACW,DIA:210/0,EY:86,AT:0,RAD:50;*GP*;*RO*;*HD*
;LR,EX:63;*GP*;*RO*;*HD*
;R,RROUND:2;*GP*;*RO*;*HD*
;LD,EY:0;*GP*;*RO*;*HD*
;#End contour definition end - Don't change!;*GP*;*RO*;*HD*

CONT1_E:;************* CONTOUR ENDS ************
```

Fresagem - exemplo de programa de peça 1

O seguinte é um programa de peça demo de usinagem.

N10 G17 G90 G54 G60 ROT

N20 T1 D1; FACEMILL

N30 M6

N40 S4000 M3 M8

N50 G0 X-40 Y0

N60 G0 Z2

N70 CYCLE71(50.00000, 1.00000, 2.00000, 0.00000, -25.00000, -25.00000, 50.00000, 50.00000, 0.00000, 1.00000, , ,0.00000, 400.00000, 11,)

N80 S4500

N90 CYCLE71(50.00000, 1.00000, 2.00000, 0.00000, -25.00000, -25.00000, 50.00000, 50.00000, 0.00000, 1.00000, , ,0.00000, 400.00000, 32,)

N100 G0 Z100

N110 T2 D1 ; ENDMILL D8

N120 M6

N130 S4000 M3

N140 M8 G0 X-13 Y16

N150 G0 Z2

_ANF:

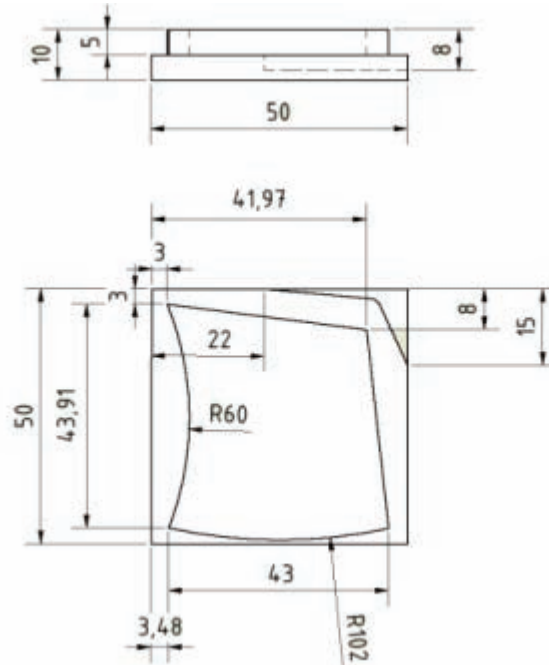
N160 POCKET3(50.00000, 0.00000, 2.00000, -5.00000, 13.00000, 10.00000, 4.00000, -13.00000, 16.00000, 0.00000, 5,00000, 0.10000, 0.10000, 300.00000, 200.00000, 2, 11, 2.50000, , , ,2.00000, 2.00000)

AROT Z90

_END:

```
REPEAT _ANF _END P=3
ROT
S4500 M3
_ANF1:
N160 POCKET3( 50.00000, 0.00000, 2.00000, -5.00000, 13.00000, 10.00000, 4.00000, -
13.00000, 16.00000, 0.00000, 2.50000, 0.10000, 0.10000, 300.00000, 200.00000, 2, 2,
2.50000, , , ,2.00000, 2.00000)

AROT Z90
_END1:
REPEAT _ANF1 _END1 P=3
ROT

G0 X0 Y0
POCKET4( 50.00000, 0.00000, 2.00000, -5.00000, 7.50000, 0.00000, 0.00000, 2,50000,
0.10000, 0.10000, 300.00000, 200.00000, 0, 21, 2.00000, , ,4.00000, 1.00000)
S4500 M3
POCKET4( 50.00000, 0.00000, 2.00000, -5.00000, 7.50000, 0.00000, 0.00000, 5.00000,
0.10000, 0.10000, 300.00000, 200.00000, 0, 12, 2.00000, , ,4.00000, 1.00000)
G0 Z100
T3 D1 ;DRILL D3
M6
S5000 M3
G0 X0 Y0
MCALL CYCLE81( 50.00000, 0.00000, 2.00000, -5.00000, 0.00000)
HOLES2( 0.00000, 0.00000, 10.00000, 45.00000, 60.00000, 6)
MCALL

M30
```

Fresagem - exemplo de programa de peça 2

O seguinte é outro programa de peça demo de usinagem.

G17 G90 G60 G54

T1 D1 ;FACEMILL D50

M6

S3500 M3

G0 X0 Y0

G0 Z2

CYCLE71(50.00000, 1,00000, 2.00000, 0.00000, 0.00000, 0.00000, 50.00000, -50.00000, ,1.00000, 40.00000, ,00,10000, 300,00000, 11,)

S4000 M3

CYCLE71(50.00000, 0.10000, 2.00000, 0.00000, 0.00000, 0.00000, 50.00000, -50.00000, ,1.00000, 40.00000, ,0.00000, 250.00000, 32,)

T2 D2 ;ENDMILL

M6

S3500 M6

CYCLE72("CON1:CON1_E", 50.00000, 0.00000, 2.00000, -5.00000, 2.00000, 0.10000, 0.10000, 300.00000, 300.00000, 11, 42, 1, 4.00000, 300.00000, 1, 4.00000)

T4 D1 ;ENDMILL D10

M6

S4000 M3

```
G0 X55 Y-15
G0 Z2
G1 F300 Z-8
G42 G1 Y-15 X50
G1 X44 Y-2 RND=2
G1 Y0 X 22
G40 Y30
M30

;*************CONTOUR************
CON1:

;#7__DlgK contour definition begin - Don't change!;*GP*;*RO*;*HD*
G17 G90 DIAMOF;*GP*
G0 X3 Y3 ;*GP*
G2 X3.27 Y-40.91 I=AC(-52.703) J=AC(-19.298) ;*GP*
G3 X46.27 Y-47 I=AC(38.745) J=AC(54.722) ;*GP*
G1 X42 Y-8 ;*GP*
X3 Y3 ;*GP*
;CON,0,0.0000,4,4,MST:0,0,AX:X,Y,I,J;*GP*;*RO*;*HD*
;S,EX:3,EY:3;*GP*;*RO*;*HD*
;ACW,DIA:0/35,EX:3.27,DEY:-43.91,RAD:60;*GP*;*RO*;*HD*
;ACCW,DIA:0/35,DEX:43,EY:-47,RAD:102;*GP*;*RO*;*HD*
;LA,EX:42,EY:-8;*GP*;*RO*;*HD*
;LA,EX:3,EY:3;*GP*;*RO*;*HD*
;#End contour definition end - Don't change!;*GP*;*RO*;*HD*

CON1_E:;************* CONTOUR ENDS ************
```

Índice

H

L

M

O

P

R

S

V